أطلس العالم الكبير

مُغامرات مُشوِّقة في الجُغرافيا

تلفون: ٢٠٣٩٦٢ - ١ - (٩٦١)   ٢٠٣٩٥٨ - ٣ - (٩٦١)
خليوي: ٦٠٥٨٢٨ - ٣ - (٩٦١)
فاكس: ٢٠١٧٠٤ - ١ - (٩٦١)   ص.ب.: ١٦٧٠٦٤ بيروت - لبنان

Internet: www.LITTLESLIBRARY.com.lb
E-Mail: LITTLESLIBRARY@LITTLESLIBRARY.com.lb

مسجّل في وزارة الاقتصاد والتجارة - حماية الملكية - تحت رقم **١٦٤٥**
طبع بتاريخ ١٥/٤/١٩٩٩

جميع الرسوم والصور والخرائط أُخذت من أرشيف «مكتبة الصغار»

المقدمة

الجغرافيا

الجغرافيا هي دراسة التغيّر المكاني Spatial Variation الطارىء على سطح الأرض وعلى علاقة الإنسان بمحيطه. ومن المواضيع التي تحظى باهتمام أساسيّ من قبل الجغرافيين، العلاقات المتبادلة بين المناخ والتضاريس والحياة النباتيّة وأصناف التربة والسكّان والنشاطات الاقتصاديّة والوحدات السياسيّة، وذلك على صعيد العالم بأسره أو على نطاق أضيق مساحة. فالجغرافيا فرع من فروع المعرفة، معقّد إلى حدّ كبير؛ ويمكن تقسيمه إلى عدد كبير من الحقول المتخصّصة. فالجغرافيّون يهدفون إلى شرح مواقع عناصر عدّة في البيئة، وإلى وصفها. ويعمد الجغرافيّون أيضاً إلى تحليل العمليّات التي تولّد هذه الأنماط وتغيّرها. وإحدى أبرز الوسائل لتحقيق هذه الأهداف، هي الخريطة التي يعتبرها كلّ جغرافيّ أداة بحث لا يمكن الاستغناء عنها، إضافة إلى كونها صورة بصريّة مهمّة جدّاً.

تاريخ الجغرافيا وتطوّرها

الجغرافيّون الأوائل

يعتبر البعضُ الجغرافيا أحد أقدم فروع المعرفة الأكاديميّة. ويمكن تتبّع فروع المعرفة التي مهّدت للجغرافيا الحديثة، بالعودة إلى اليونان القديمة حيث شاع فرعان من المعرفة، عُرفا بالتاريخ الطّبيعيّ والفلسفة الطبيعيّة. والجغرافيّون اليونانيّون القدماء، بمعظمهم، مثل **طاليس المايليتي** Thales of Miletus [القرن السّادس قبل الميلاد] و**هيرودوتس** [القرن الخامس قبل الميلاد] كانوا فلاسفة أو مؤرّخين. وقد اشتُقّت كلمة جغرافيا من اللّغة اليونانيّة، فهي تعني «وصف الأرض». وقد نالت البيئة الطّبيعيّة ومواقع الظواهر الطّبيعيّة أهميّة قصوى لدى اليونانيّين.

وقد سيطر اليونانيّون على معظم العالم الغربي المعروف آنذاك، لا سيّما الحوض الشّرقي للبحر المتوسّط. فقد مخروا عباب هذه المنطقة البحريّة، بحثاً عن الامكانيّات التجاريّة وعن أراض جديدة يمكن استعمارها. وكانت سماء المتوسّط الصافية شرطاً هامّاً للسفر البحريّ لدى البحّارة اليونانيّين الأوائل. ومن أهمّ العوامل التي ساهمت في تطوّر الجغرافيا، الملاحظات التي دوّنها اليونانيّون والأفكار التي تركوها للأجيال التالية. ومن الدراسات الهامّة التي تركها اليونانيّون، ما كتبوه حول نهر النيل في مصر، ووصفهم فيضانه السنويّ والتطوّرات التي طرأت على دلتاه. وفي أواسط القرن الخامس قبل الميلاد، صعد **هيرودوتس** إلى أبعد شلّالات النهر، وكتب وصفاً للنهر، ثمّ وضع نظريّة حول مصدره.

ووضع اليونانيّون ملاحظات عن كوكب الأرض إجمالاً. وتعود أوّل إشارة إلى أنّ الأرض كرويّة، إلى **أوسطو** [القرن الرابع قبل الميلاد]، وقد وصل إلى هذا الاستنتاج مستخدماً التعليل الفلسفيّ والملاحظات الفلكيّة. وقد ناصره في ذلك **إراتوستينيس** Eratosthenes، مدير مكتبة الاسكندريّة، في كتابه «حول قياس الأرض»، الذي وضع فيه قياساً لمحيط الأرض اعتماداً على قياس لقوس محدود من أقواس خطوط الطّول. وقد طوّر الفلكيّ **هيباركوس الرودوسي** Hipparchus of Rhodes [القرن الثاني قبل الميلاد] نظاماً لتحديد المواقع، قائماً على رسم خطوط وهميّة على سطح الأرض، وتعتبر خطوطه الأسس التي بُنيت عليها خطوط الطّول وخطوط العرض المعاصرة.

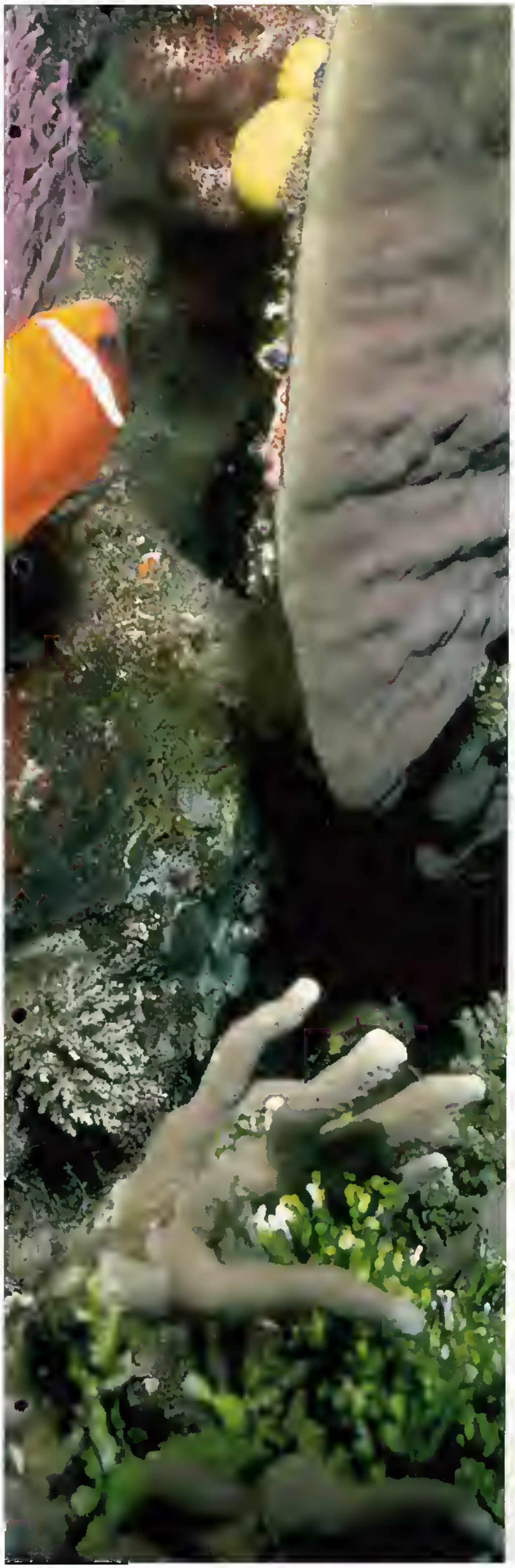
حُفظ تراث الجغرافيين اليونانيين في العالم العربيّ. فقد تُرجمت كلّ أعمال **بطليموس** إلى العربيّة. لكنّ الجغرافيا مرّت بفترات تراجع؛ فبعد العام ٩٠٠ بعد الميلاد تقريباً، لم تعد خطوط الطول وخطوط العرض تُستعمل على الخرائط. ومع ذلك، ساهم العرب بتعميق المعرفة الجغرافيّة بأرجاء العالم. فقد وضع **الإدريسي**، في القرن الثاني عشر، نظاماً منقّحاً للتصنيف المناخيّ، كما دحض الرحّالة الكبير **إبن بطوطة**، في القرن الرابع عشر، خلال رحلاته إلى أفريقيا وآسيا، نظريّة **أرسطو** القائلة إنّ مناطق العالم الحارّة لا يمكن أن يقطنها البشر بسبب قساوة ظروفها المناخيّة. وفي القرن نفسه، وضع **إبن خلدون** دراسة تاريخيّة جغرافيّة هامّة.

عصر الاكتشافات

لم يبدأ الاهتمام الفعليّ باستكشاف العالم والوصف الجغرافي ورسم الخرائط إلّا في **عصر النهضة**، في أواخر القرن الخامس عشر، على أيدي **بارتولوميو دياز وكريستوفر كولومبوس** اللذين أسّسا لما يسمّى عصر الاكتشافات.

وفي العام ١٥٠٧، وضع راسم الخرائط الألمانيّ **مارتن والدسيمولر** Martin Waldseemuller [حوالى ١٤٧٠ – ١٥٢١] خريطةً للعالم دلّت بوضوح على كلّ من الأميركتين. وفي هذه الخريطة، استخدم اسم أميركا للمرّة الأولى للإشارة إلى العالم الجديد. وبعد ١٥ سنة، دار فريق من الملّاحين بقيادة **فرديناند ماجيلان** حول الكرة الأرضيّة، فبرهنوا بذلك على كرويّة الأرض. وقد ساهمت هذه المعلومة في إضفاء المزيد من الدقّة على القياسات والملاحظات، ما قدّم الكثير من العون لراسمي الخرائط، لا سيّما الهولنديّ **جيراردوس مركاتور**، الذي نشر سلسلة خرائط ضاهت سابقاتها من ناحية الدقّة. ومن خرائطه، الخريطة الملاحيّة الشهيرة المنشورة في العام ١٥٦٩، والتي أطلقت استخدام الإسقاط المعروف بالإسقاط المركاتوري والذي جعل خطوط الطول وخطوط العرض تتقاطع على زوايا قائمة.

وقد انبثقت الجغرافيا علماً أكاديميّاً على يدي **برنهاردوس ڤارينيوس** [١٦٢٢ – ١٦٥٠]، واضع كتاب «الجغرافيا العامّة» في سنة ١٦٥٠ ومؤسّس مبدأي الجغرافيا الموضوعيّة والجغرافيا المناطقيّة. فقد درس توزّع المواضيع، لا سيّما الطبيعيّة كالرياح والبحار، على سطح الأرض؛ وحاول الربط بين أسبابها ونتائجها. وقد هيمنت أفكاره على حقل الجغرافيا لقرن ونصف قرن تقريباً. ومع أنّ بعض فلاسفة القرن الثامن عشر وكتّابه الباحثين، أمثال **كانت وجوته ومونتسكيو**، اهتمّ بالقضايا الجغرافيّة التي تُعنى بالإنسان، إلّا أنّ الجغرافيا وتطوّرها أصابهما الجمود مع حلول القرن التاسع عشر، حين بات العلماء يخلطون بين الجغرافيا والجيولوجيا.



الشعب المرجانيّة


ARAGONIA
BARBARIE
MAURITANIA
TINGIANA
AFRIC



القنوات والمجاري المائية.

مؤسّسو الجغرافيا الحديثة

تجدّدت، في القرن التاسع عشر، المحاولات الهادفة إلى تطوير الجغرافيا وتحويلها إلى علم وصفيّ Descriptive Science. ومن المساهمات في هذا الاتجاه، أعمال الجغرافيين الألمان **ألكسندر فون هامبولدت وكارل ريتر وفريدريتش راتزل**. ويشار إلى **هامبولدت وريتر** أحياناً، على أنّهما مؤسّسا الجغرافيا العلمية الحديثة، مع أنهما لم يتخصّصا في الجغرافيا. **فهامبولدت** وضع أسس الجغرافيا النباتية، وأجرى أبحاثاً في أوروبا وأميركا الجنوبية وأميركا الوسطى وروسيا الآسيوية، قبل أن يضع عمله المميّز المؤلّف من خمسة أجزاء، والمسمّى «الكون» Kosmos [١٨٤٥ - ١٨٦٢]. ويُعتبر هذا الكتاب ملخّصاً لقوانين الكون الطبيعيّ وظروفه وشرحاً لها، رغم اصطباغه بطابع الفلسفة الإنسانية التي طبعت أعمال هامبولدت.

في الولايات المتحدة، لم يهتمّ باحثو الجامعات بالجغرافيا حتى نهاية القرن التاسع عشر وبداية القرن العشرين.

شهدت الستّينات تغييراً أساسياً طرأ على منهج البحث الجغرافيّ. فالرغبة في إضفاء المزيد من الطّابع العلميّ على الجغرافيا، أو على الأقلّ جعلها مقبولة أكثر من ذي قبل في الأوساط الأكاديمية، أدّت إلى استخدام الوسائل الإحصائية. فالتحليل الموقعيّ أو المكانيّ، وهو الاسم الذي أُطلق على هذا الجانب الجديد من جوانب الجغرافيا، يهدف إلى تحليل العوامل المتحكّمة بالتنظيم المكانيّ البشريّ وشرح هذه العوامل، وذلك بوسائل ونماذج إحصائيّة.

وقد استخدم الجغرافيون الإحصائيات قبل الستّينات. ففي العشرينات والثلاثينات، استخدم الجغرافيّان، **تورستن هاجرستراند** في السويد **ووالتر كريستالر** في ألمانيا، تقنيات إحصائيّة. لكنّ النموّ الهامّ في المنهج الإحصائي، لم يحصل قبل حلول الستّينات.

ومنذ نهاية الستّينات، ظهرت تقنيات جديدة، وساعدت الجغرافيين في عملهم في تحليل المعلومات الجغرافية. وساهم تطوّران رئيسيّان في تطوّر الجغرافيا، وهما الحواسيب (الكومبيوترات) الإلكترونيّة والصّور المأخوذة للكرة الأرضيّة من الأقمار الصّناعيّة.

الجغرافيا المناطقية

تهتمّ الجغرافيا المناطقية بكافّة الجوانب المتعلّقة بمنطقة صغيرة نسبياً، وتقارن تلك المنطقة بمناطق أخرى. ويمكن تعريف منطقة ما، بحسب المعايير الطّبيعيّة أو الاجتماعيّة - السياسيّة. وهكذا يمكن وصف منطقة ما، بأنّها تتلقّى ١٠٠ ملم من المطر، أو أقلّ من ذلك، في العام، أو بأنّ سنّ أكثر من ٥٠٪ من سكّانها تقلّ عن ١٥ سنة.

الجغرافيا الطبيعيّة

تُعنى الجغرافيا الطبيعيّة بدراسة الشّروط والعمليّات الطّبيعيّة السّائدة على سطح الأرض والبُنيات المكانيّة. وتشمل الفروع الثانويّة التّالية:

١. علم تضاريس الأرض الذي يهتمّ بدراسة التكوينات الأرضيّة، أي معالم الأرض البارزة، ويتفحّص أصولها وتطوّرها. ويُعدّ هذا العلم جسراً بين الجغرافيا والجيولوجيا.

٢. الجغرافيا الحيويّة Biogeography، أو الجغرافيا البيئيّة Ecogeography، التي تعنى بدراسة التوزيع النّباتيّ والحيوانيّ. وترتبط الجغرافيا النباتيّة Phytogeography والجغرافيا الحيوانيّة Zoogeography بعلم البيئة الأحيائيّ Ecology الذي يركّز على دراسة علاقة النباتات والحيوانات مع بيئاتها.

٣. علم المناخ Climatology الذي يتفحّص توزّع الأنماط المناخيّة وتغيّراتها الموسميّة والعمليّات التي تشكّل هذه الأنماط.

الجغرافيا البشريّة

تُعنى الجغرافيا البشريّة Human Geography بالتوزّعات المكانيّة المتغيّرة للبشر ونشاطاتهم، وتفاعليهم وهذه النشاطات مع المحيط الطبيعيّ. ويعتمد هذا العلم على العلوم الاجتماعيّة المرتبطة به، لكنّه يركّز بشكل خاصّ على التحليل والوصف المكانيّين. وينقسم إلى الفروع الثانويّة التالية:

١. الجغرافيا السكانيّة Population Geography التي تركّز على دراسة أعداد النّاس وتوزّعهم وأنماط التوزّع المتغيّرة.

٢. الجغرافيا الاقتصاديّة Economic Geography التي تعالج مواقع النشاطات الاقتصاديّة، وتحلّل أسباب اختيار هذه المواقع. ويشمل هذا الفرع الثانويّ الجغرافيا الزراعيّة Agricultural Geography والجغرافيا الصناعيّة Manufacturing Geography وجغرافيا النقل Transportation Geography.

٣. الجغرافيا التاريخيّة Historical Geography التي تُعنى بالمحيطات المحليّة أو المناطقيّة التي عاش فيها النّاس قديماً. وهي تعمل على تقويم الحوادث التاريخيّة ودور المحيط الطّبيعيّ في حدوثها.

٤. الجغرافيا السياسيّة Political Geography التي تهتمّ بدراسة وحدات الحكم القائمة في المناطق الطبيعيّة. وهي تشمل الدراسة المناطقيّة لوحدة سياسيّة معيّنة، أو تأثير الظّواهر السياسيّة في منطقة ما.

٥. الجغرافيا المدينيّة Urban Geography التي تحلّل نشأة المدن ونموّها، إضافة إلى الترتيب المكانيّ داخلها. والكثير من الوسائل الإحصائيّة الحديثة المستخدَمة في الجغرافيا المعاصرة، دخل إلى هذا العلم بفضل علماء الجغرافيا المدينيّة.

يقدّم هذا الأطلس الجغرافيّ الكبير، الكثير من المعلومات التي ورد ذكرها أعلاه، مع خريطة تفصيليّة طبيعيّة وخريطة سياسيّة لكلّ دولة، تليها خرائط بيانيّة لمناطق المعادن والصناعة والزراعة. أمّا الصور فهي معبّرة جداً لجميع المراحل الجغرافيّة المذكورة في الأطلس، بدءاً من الانفجار الكبير...، وصولاً إلى الكون والمجرّات والمجموعة الشمسيّة الخ... كلّ هذه الوسائل الايضاحيّة يساعد القارىء الكريم على تقصّي الحقائق الجغرافيّة، وينمّي فيه حبّ استطلاع ما يدور حوله في الفضاء الخارجيّ، واكتشاف علاقة الانسان بمحيطه.

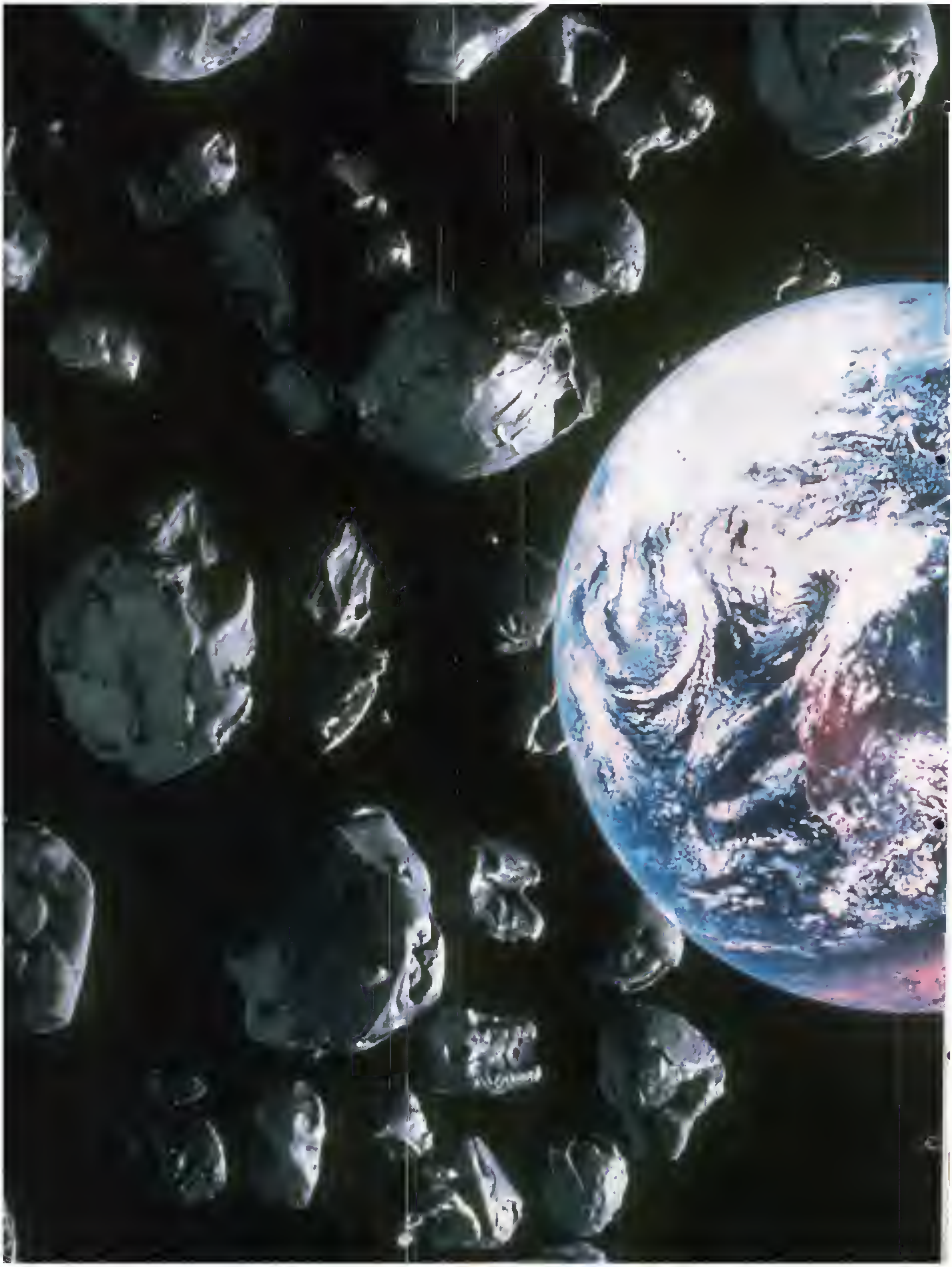
أخيراً، إنّني أهدي هذا الأثر العلميّ «أطلس العالم الكبير»، إلى حفيدي طارق بك، أطال الله في عمره.

ش. بدران

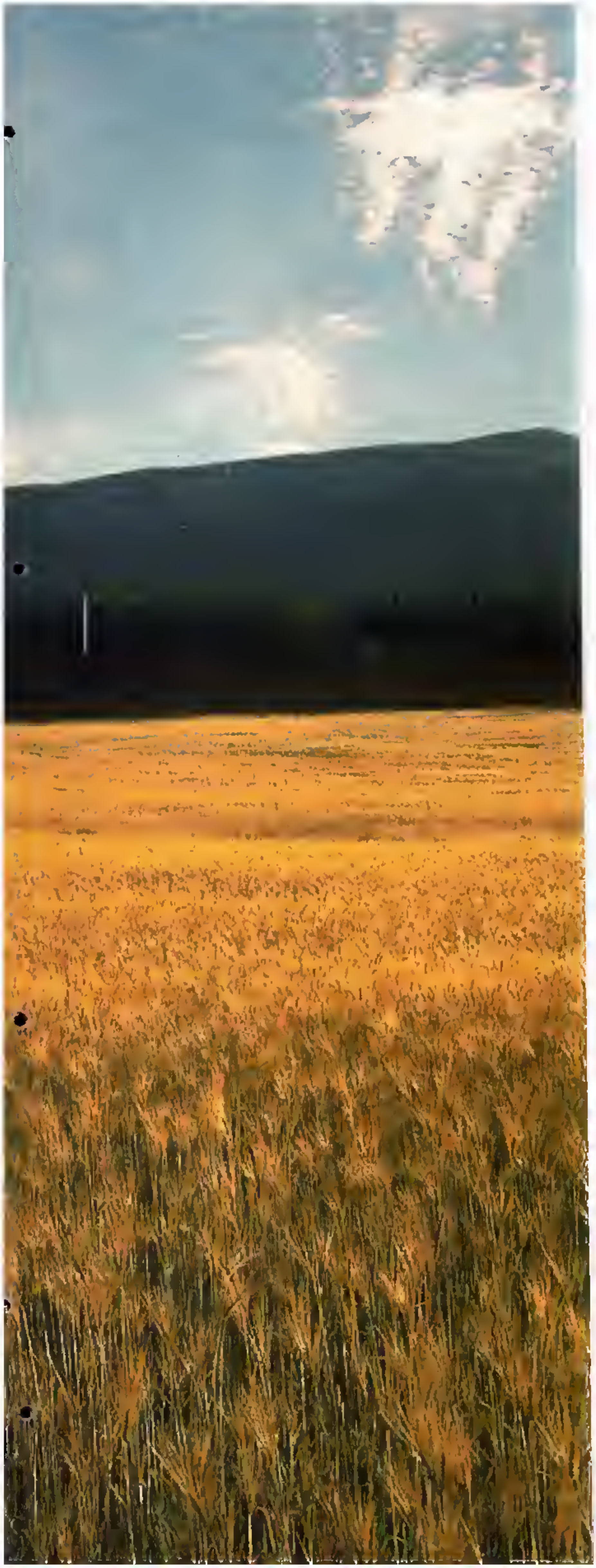




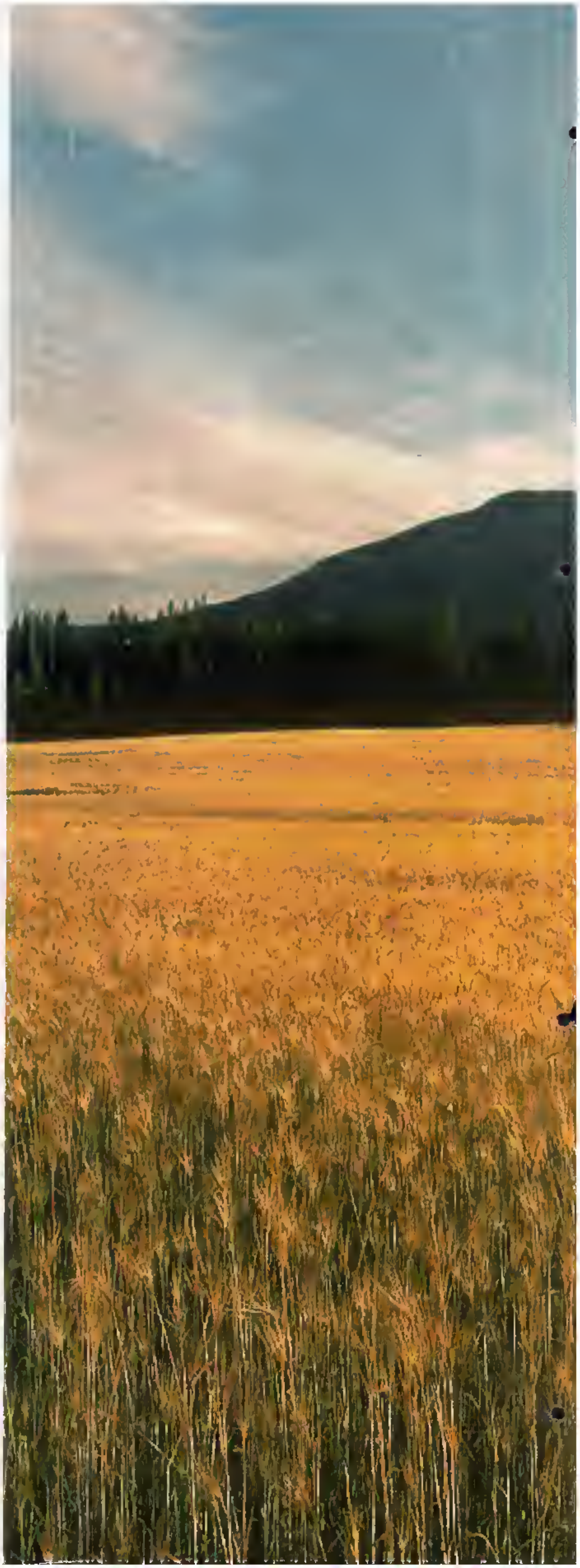
الصخور أو النيازك بجانب الأرض



الفهرس العام



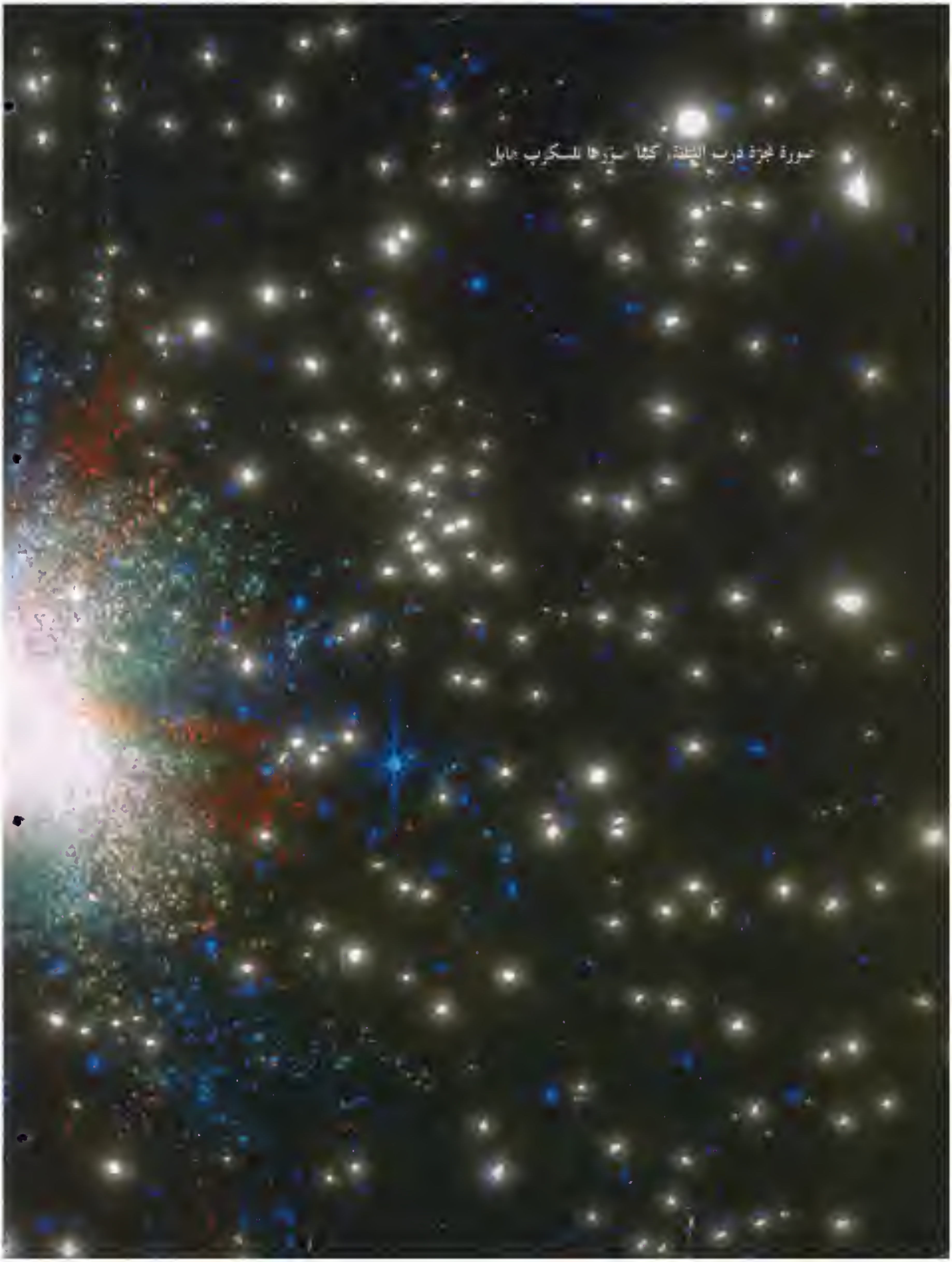
السهول الزراعية قرب ڤاندرهوف، كندا




أطلس العا
مُغامَرات مُشوّ

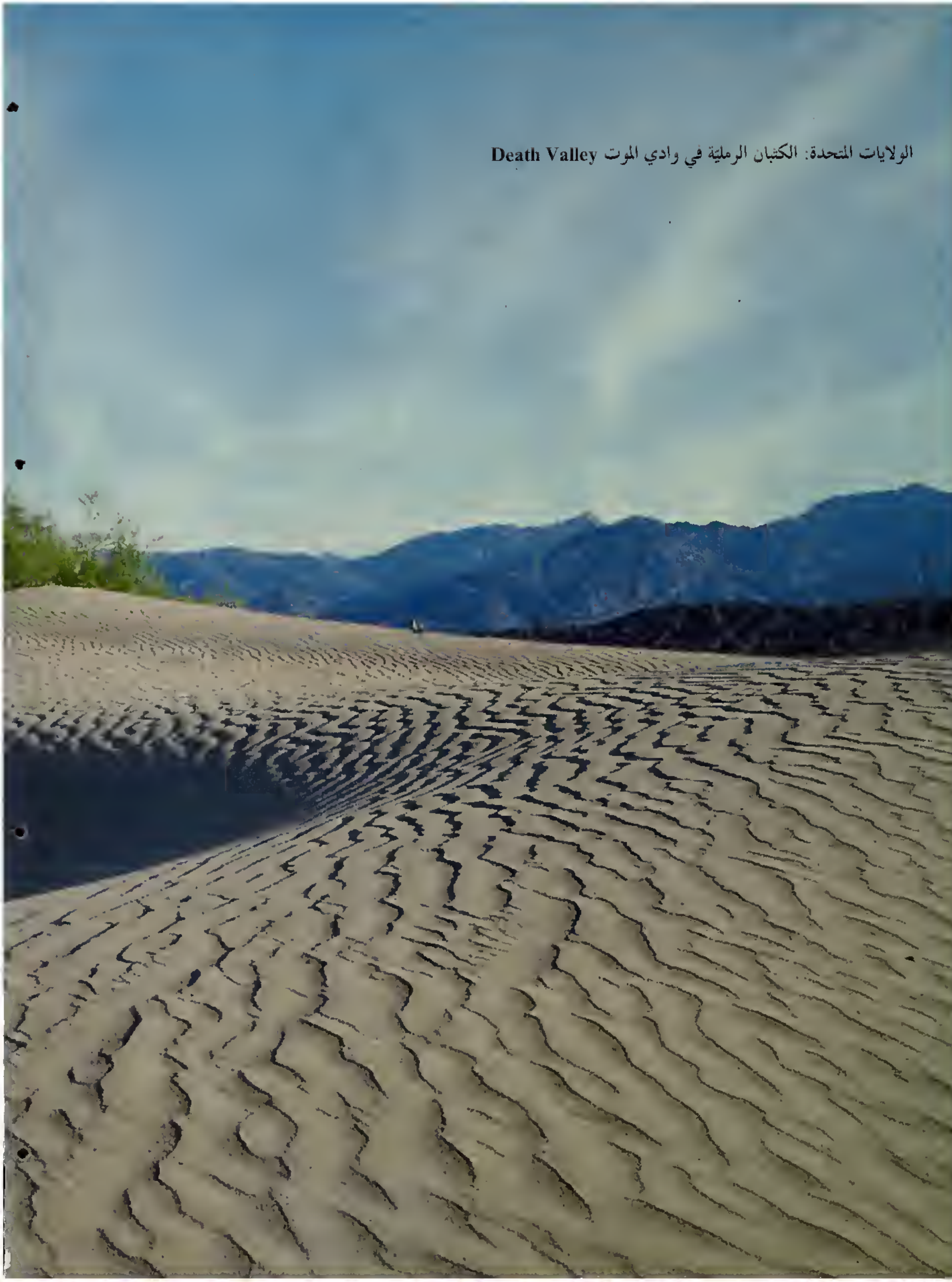


خزان مانيكواغان الكندي وهو سادس أكبر خزان مياه في العالم، سعته ١٤١,٩٠٠ مليون متر مكعب، يستعمل للري ولتوليد الطاقة الكهربائية. صورة أخذت من الفضاء الخارجي.

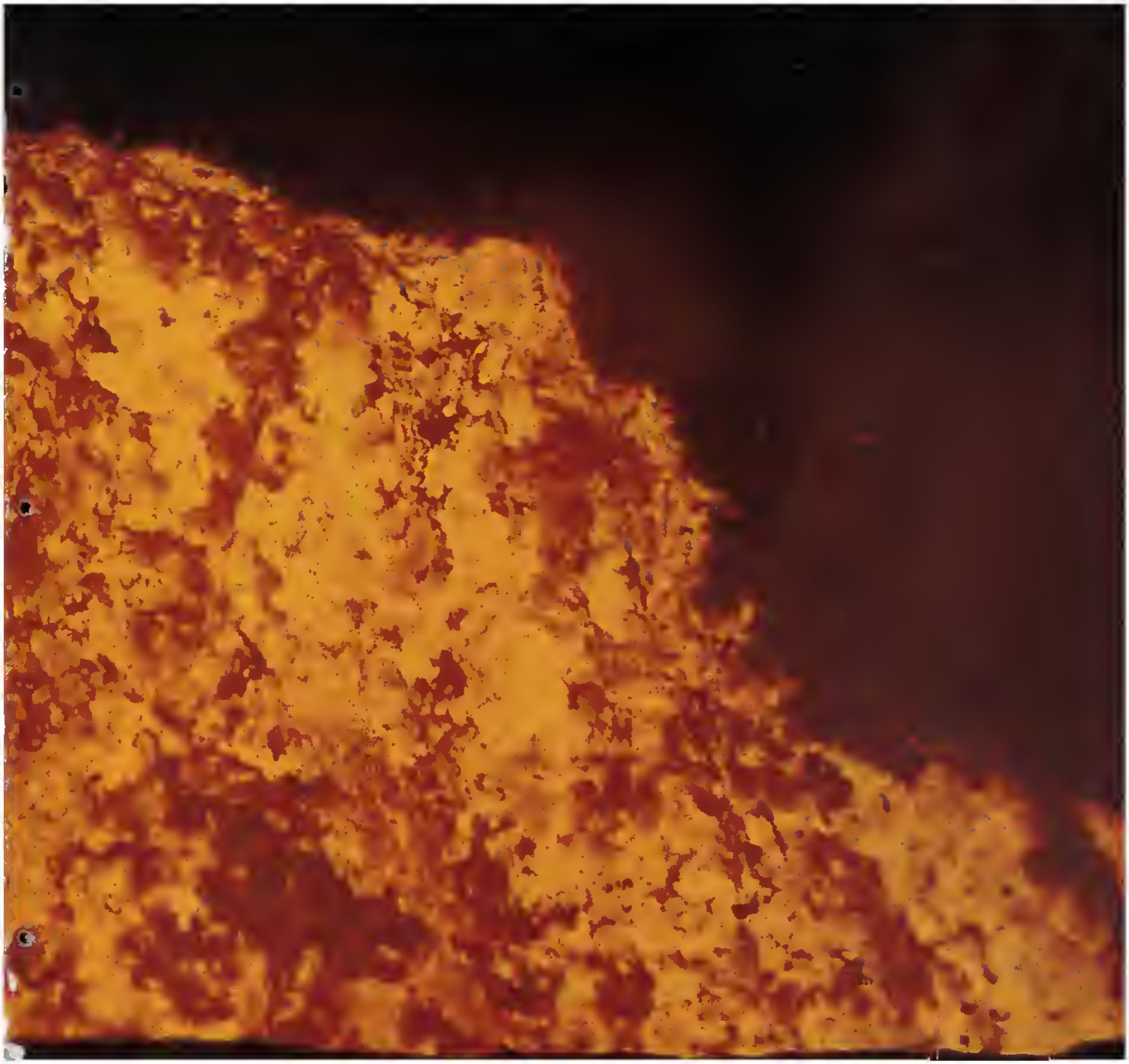

صورة لمجرة درب التبانة، كما صورها تلسكوب هابل

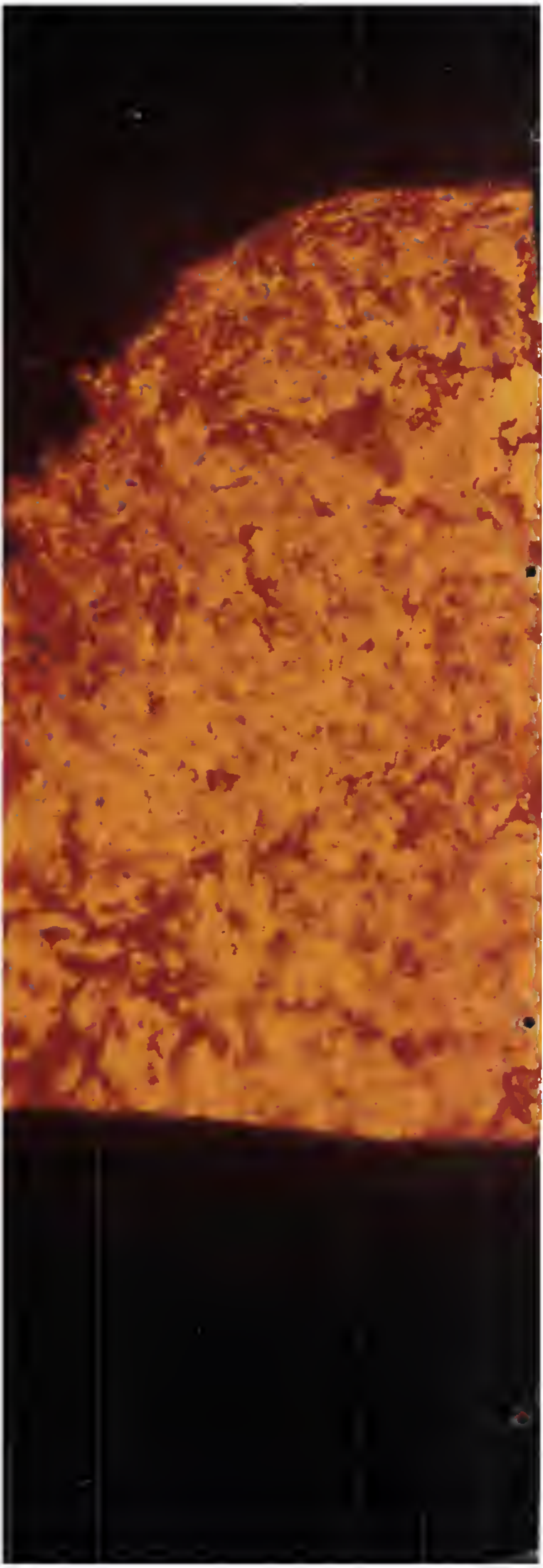


الولايات المتحدة: الكثبان الرملية في وادي الموت Death Valley











تكوّنت جزيرة مالديڤ في المحيط الهادىء بفعل البراكين.
ومع مرور ملايين السنين، نمت الشعب المرجانيّة على أطراف الجزيرة





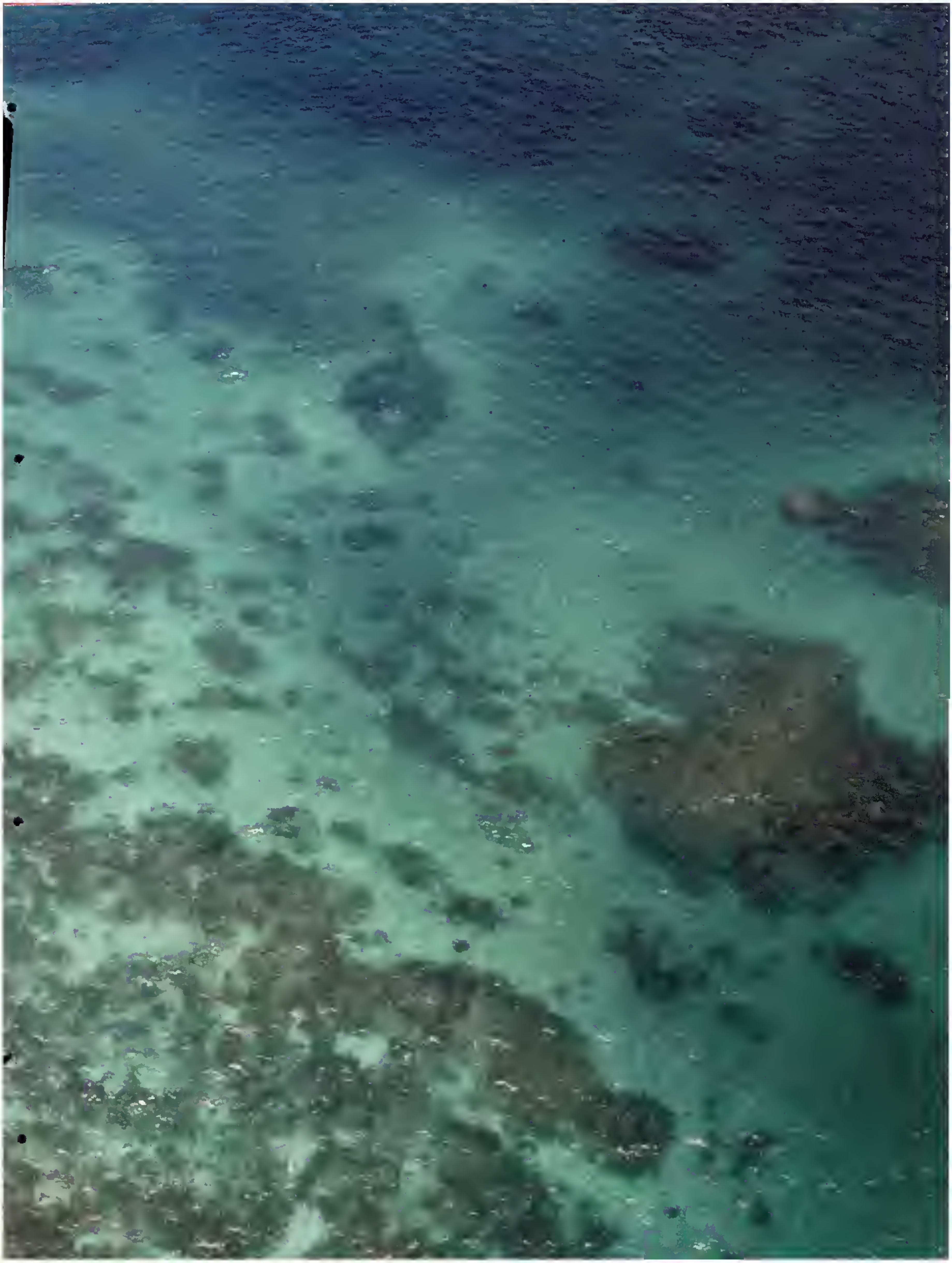


صورة معبرة عن الصدوع (تشقق الأرض)، وذلك بفعل قوة الزلازل



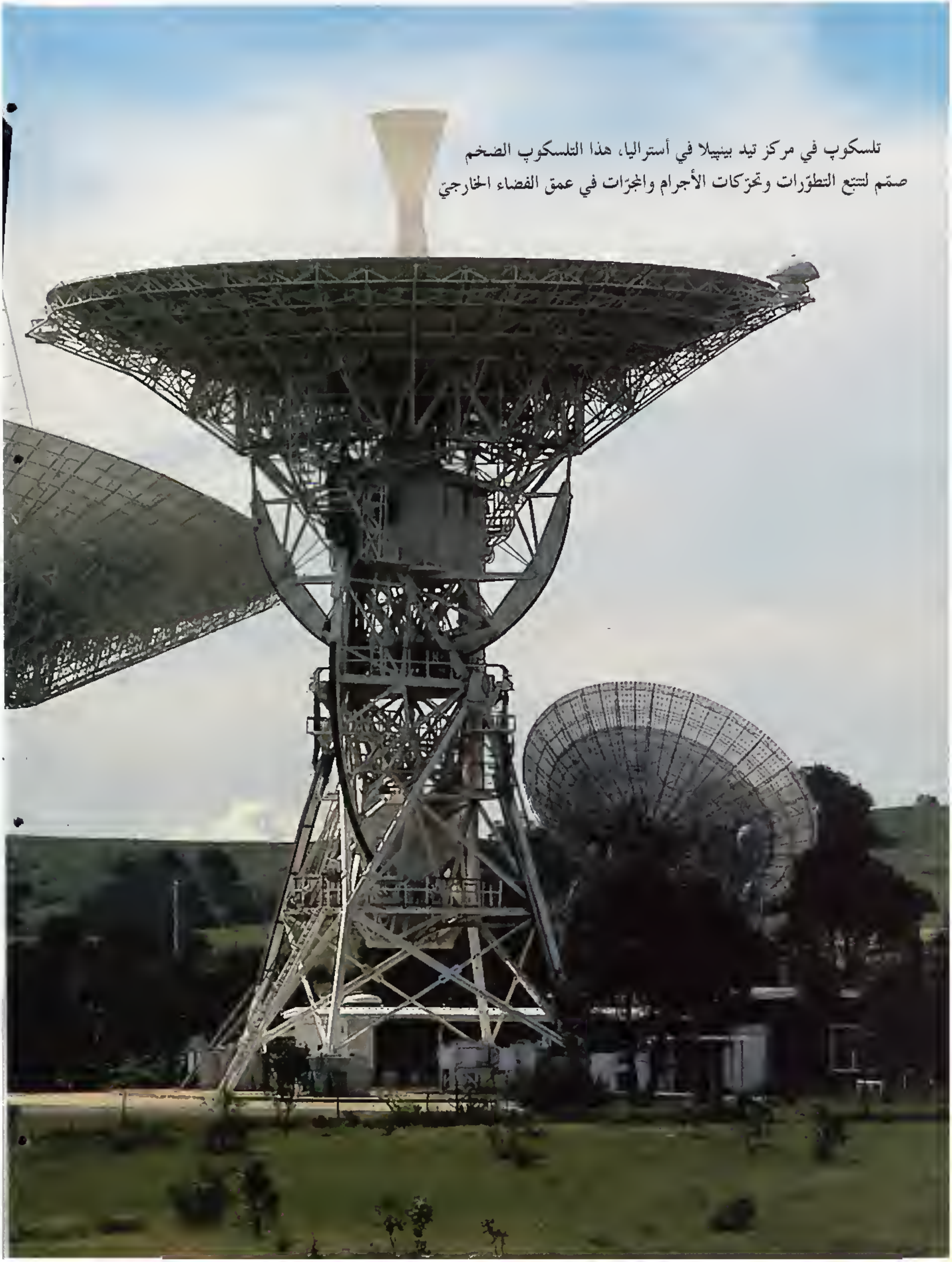
القطب الجنوبيّ: الجبل الجليديّ العائم
الذي يشكّل خطراً على أقوى وأصلب البواخر



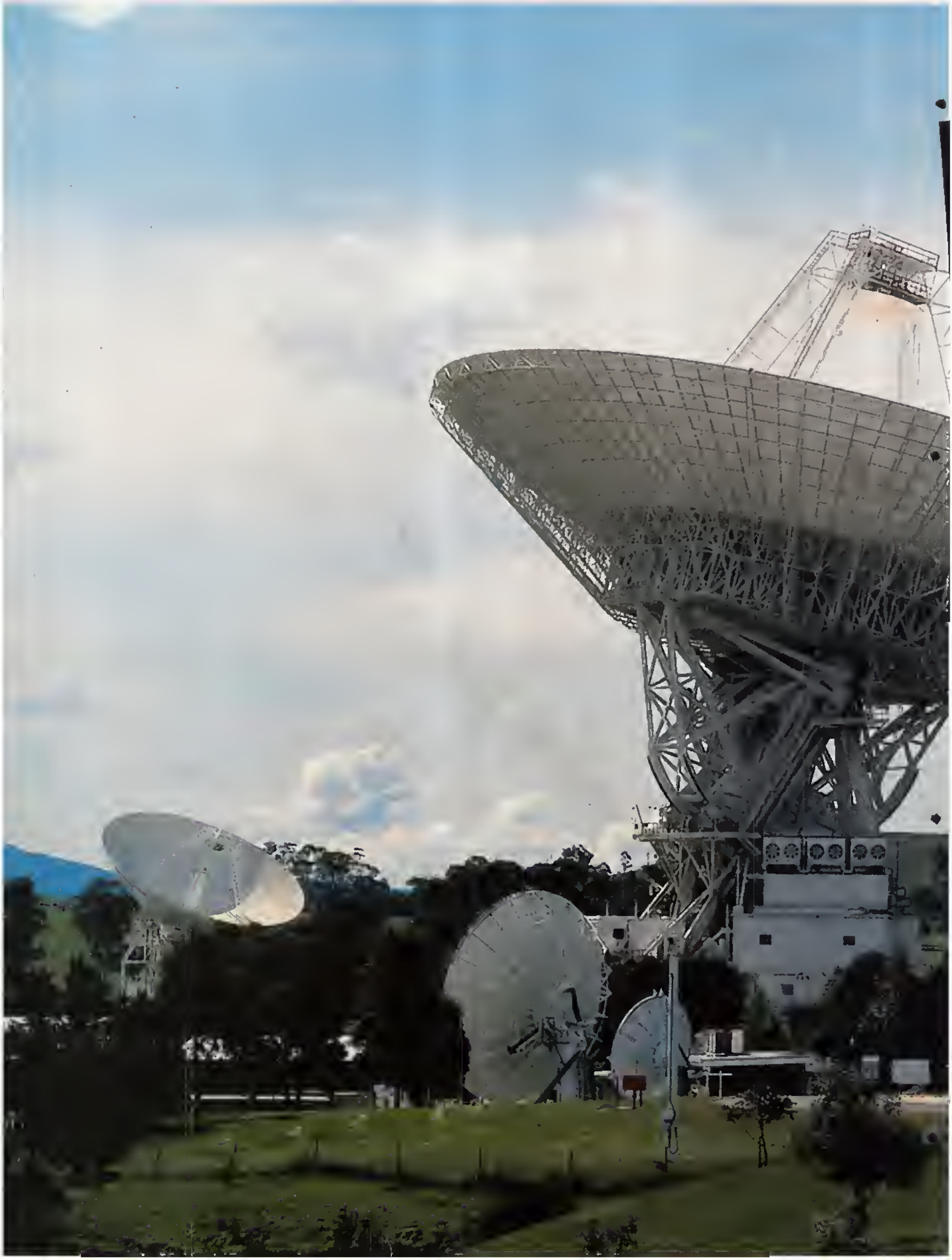




صورة أخذت من الفضاء الخارجي للشعب المرجانية
التي تمتدّ على طول ٢٠٠٠ كيلومتر تقريبا على الشاطىء الأسترالي، ويسمّى الحاجز المرجاني الكبير



تلسكوپ في مركز تيد بينبيلا في أستراليا، هذا التلسكوپ الضخم صمّم لتتبّع التطوّرات وتحرّكات الأجرام والمجرّات في عمق الفضاء الخارجيّ



الكـون

يتألّف الكون من جميع المادّة والضوء وأشكال الإشعاع والطاقة الأخرى. ويتكوّن من كلّ ما يوجد في أيّ مكان من الفضاء والزمان.

ويشمل الكون الأرضَ وكلّ ما عليها، وكلّ ما في النظام الشمسيّ، وجميع النجوم، التي تشكّل الشمس واحداً منها. والشمس هي واحد من أكثر من ١٠٠ بليون نجم، تشكّل معاً مجرّة لولبيّة عملاقة تُعرف بدرب اللبّانة. ويصل قطر درب اللبّانة إلى حوالى ١٠٠,٠٠٠ سنة ضوئيّة. والسنة الضوئيّة هي المسافة التي يقطعها الضوء في سنة واحدة، أي حوالى ٩,٤٦ ترليون كيلومتر.

وتشير الدراسات على الفضاء البعيد والتي تُستخدم فيها التلسكوبات البصريّة واللاسلكيّة، إلى أنّه قد يكون هنالك حوالى ١٠٠ بليون مجرّة في الكون الذي يمكن رؤيته. وتميل المجرّات إلى التجمّع في مجموعات أو تكتّلات، ويبدو بعض المجموعات متكتّلاً في مجموعات أكبر حجماً.

حجم الكون

لا أحد يعلم إذا كان الكون محدوداً في الحجم أم غير محدود. وتشكّل الأجرام الساطعة غير المألوفة المعروفة **بالنجوم الزائفة**، أبعدَ أجرامٍ وُجدت في الكون حتّى اليوم. وتبيّن القياسات أنّ النجوم الزائفة توجد على مسافة ١٢ بليون إلى ١٦ بليون سنة ضوئيّة من الأرض.

ولا يستطيع العلماء تحديد بُعد النجم الزائف بدراسة سطوعه. لكنّهم يستطيعون تحديد بُعده بدراسة **زحزحته الحمراء**. فعندما يبتعد النجم الزائف – أو أي جسم بطلق الضوء – عن المراقب، يرى المراقب الضوء بأطوال موجيّة أكبر من الأطوال الموجيّة التي قد يراها مراقب يتحرّك مع الجسم (الطول الموجيّ هو المسافة بين ذرّوتين موجيّتين متتاليتين). ويُعرف التغيير المشاهَد في الطول الموجيّ بالزحزحة الحمراء. ويتوقّف مدى الزحزحة الحمراء على السرعة التي يبتعد بها الجسم عن المراقب. وبشهد جميع المجرّات، إلّا أقربها إلينا، وجميع النجوم الزائفة زحزحة حمراء. ويفسّر الفلكيّون المقادير المتناسبة من الزحزحة الحمراء كدليل على تمدّد الكون، وابتعاد كلّ جزء من الكون عن كلّ الأجزاء الأخرى. وهذه هي إحدى المشاهدات الأساسيّة التي يجب تفسيرها بنظريّة كونيّة ناجحة.

تغيّر النظرة إلى الكون

في العصور القديمة، اعتقد الناس أنّ الكون يتألّف من مكان سكنهم والأمكنة البعيدة التي سمعوا بها والشمس والقمر والكواكب والنجوم. واعتبروا الأجرام السماويّة آلهة وأرواحاً.

في سنة ١٥٤٣، تقدّم الفلكيّ والرياضيّ البولونيّ نيكولاوس كوبرنيكوس بنظريّة تقول إنّ الأرض، على غرار الكواكب الأخرى، تدور حول الشمس. وقد بيّن فلكيّون لاحقون أنّ الشمس نجم نموذجيّ، وأنّ النجوم التي يمكن رؤيتها بالعين المجرّدة تقع على بعد الكثير من السنوات الضوئيّة.

وأدّى اختراع التلسكوب والرقّاقة الفوتوغرافيّة والمطياف (جهاز يحلّل الضوء) إلى تقدّم كبير في مجال الفلك. فقد سمح ذلك للفلكيّين باكتشاف أنّ الشمس تقع في درب اللبّانة. وحوالى سنة ١٩٢٠، أدرك الفلكيّون أنّ الكثير من البقع الضوئيّة غير الواضحة المعروفة بالسُدُم، والتي تبدو وكأنّها تتوزّع بين نجوم درب اللبّانة، هو في الحقيقة مجرّات أخرى. ويقع الكثير من هذه المجرّات على مسافات هائلة من درب اللبّانة. وأدّى اكتشاف الزحزحة الحمراء في المجرّات البعيدة إلى وضع نظريّة الكون

في أعلى قمّة في هاواي، تمّ إنشاء مرصد هاواي، وهو أكبر مرصد في العالم، يستطيع هذا المرصد مراقبة المجرّات البعيدة، وهو باتّصال دائم بمراصد كندا وفرنسا



المتمدّد. وشكّل هذا الإكتشاف، أيضاً، أحد أسس **الكوزمولوجيا**، أو علم الكونيّات، الذي يبحث في أصل الكون وبنيته العامّة وعناصره ونواميسه.

النظريّات الكوزمولوجيّة

يرتكز معظم النظريّات الكوزمولوجيّة على فكرة تُعرف بالمبدأ الكورمولوجيّ. وتقول هذه الفكرة إنّه، في أيّ وقت كان، يكون أيّ جزء من الكون مشابهاً لأيّ جزء آخر من العمر نفسه. وتشكّل أيضاً نظريّة النسبيّة العامّة التي جاء بها ألبرت أينشتاين، جزءاً من الأساس الذي ترتكز عليه النظريّات حول سلوك الكون. وترتكز نظريّة أينشتاين بدورها على مبدأين اثنين: ١) لا يمكن أن تنتقل أيّة إشارة بسرعة أكبر من سرعة الضوء و٢) تكون قوانين الفيزياء هي نفسها في جميع أنحاء الكون.

وقد أدّت هذه النظريّات إلى خلق نماذج (أوصاف رياضيّة) تمثّل الكون بوصفه متمدّداً أو منقبضاً أو متذبذباً (متمدّداً ثم منقبضاً) أو ساكناً (لا متمدّداً ولا منقبضاً). ومن مراقبة الزحزحة الحمراء في المجرّات البعيدة، استنتج العلماء أنّ الكون يتمدّد في الوقت الحاضر. لكنّ السلوك الإجماليّ للكون في المستقبل سيتوقّف على كثافة المادّة الموجودة حالياً في الكون.

فإذا افترضنا أنّ جميع المادّة التي كشفها العلماء حتّى الآن في الكون هي جميع المادّة الموجودة فعليّاً في الكون، يكون متوسّط كثافة الهيدروجين (العنصر الكيميائيّ الأكثر وفرة في الكون) ذرّة واحدة في كلّ ٧,٦ أمتار مكعّبة من الفضاء. وفي هذه الشروط، يكون الكون «مفتوحاً». ووفقاً لنظريّة أينشتاين، يكون للكون المفتوح حجمٌ لامحدود، ويحتوي على عدد لامحدود من ذرّات الهيدروجين. وفي هذه الحالة، يستمرّ الكون بالتمدّد إلى ما لا نهاية، ويقترب من كثافة معدومة في وقت لامحدود من المستقبل. وفي المستقبل البعيد، لا تبقى سوى المجرّات التي تشكّل المجموعة المحلّيّة الكبرى الواحدة قرب الأخرى، فيما تتراجع جميع المجرّات الأخرى إلى مسافات كبيرة جدّاً. وفي مآل الأمر، تستنفد جميع النجوم جميع الطاقة التي تجعلها تسطع فتصبح مظلمة.

ومن ناحية أخرى، قد توجد كميّات كبيرة من المادّة في شكل معيّن لم يُكشف بعد، وتُعرف هذه المادّة بالمادّة الداكنة. وإذا كان متوسّط كثافة المادّة في الكون ١٠٠ ذرّة من الهيدروجين في كلّ ٧,٦ أمتار مكعّبة، يكون الكون «مغلقاً»؛ ووفقاً لنظريّة أينشتاين، يكون للكون المغلق حجمٌ محدود، ويحتوي على عدد محدود من ذرّات الهيدروجين. وفي وقت ما من المستقبل، ربّما بعد ٢٠ إلى ٤٠ بليون سنة، يتوقّف تمدّد الكون، وتبدأ المجرّات بالتجمّع من جديد وتقترب المادّة من الكثافة المحدودة. ويمكن أن تلي هذا الإنهيار مرحلة أخرى من التمدّد، وهكذا دواليك إلى ما لا نهاية.

تقدّم بعض العلماء بنظريّات حول الكون ترتكز على أفكار مختلفة تماماً. فعلى سبيل المثال، إنّ نظريّة الحالة المستقرّة ترتكز على فكرة أنّ كلّ جزء من الكون شبيه بسائر الأجزاء الأخرى في جميع الأوقات. ووفقاً لهذه النظريّة، تُخلق المادة بشكل متواصل، وتشكّل مجرّات جديدة تحلّ مكان المجرّات التي تراجعت إلى مسافات لامحدودة. ويعتقد علماء آخرون أنّ نظريّة النسبيّة العامّة التي وضعها أينشتاين ناقصة، وقالوا، مثلاً، إنّه في المرحلة الأولى من تطوّر الكون، شهد الكون فترة من التمدّد السريع تُعرف بالإنتفاخ.

ولا يعلم أحد أيّ هذه النظريّات ستثبت صحتها، وقد تكون جميعها غير صحيحة. ويجب أن ينتظر العلماء حتى يقطع الفلك الرصديّ والفيزياء النظريّة أشواطاً أخرى من التقدّم والتطوّر. ومن المعلومات التي لا يزال يفتقر إليها العلماء، هنالك متوسّط كثافة المادّة في الفضاء، وعمر النجوم الأقدم تكويناً، وسلوك الزحزحات الحمراء على المسافات الكبيرة جدّاً، وما إذا كانت نظريّة أينشتاين صحيحة أم لا.

مرصد توسون في أريزونا لمؤسسة سميثسونيان، استعمل بشكل متطوّر في تلسكوب التكنولوجيا الحديثة، صمّم هذا التلسكوب بحيث تفوق قدرتُه على جمع الضوء، قدرةَ تلسكوب مرصد پالومار بعشرة أضعاف.





إيرلندا: منظار في مرتفعات وودكوك لالتقاط تحرّكات الأجسام الغريبة (UFO) والموجات الراديويّة واللاسلكيّة في الفضاء الخارجيّ



الجسم الطائر غير معروف الهويّة (UFO)

إنّ جميع الحضارات تقريباً التي دوّنت التاريخ قد سجلت رؤية أجسام وأضواء غريبة في السماء. وتُعرف اليوم الظواهر الطبرانيّة التي لا يمكن تفسيرها بالأجسام الطائرة غير معروفة الهويّة Unidentified flying object (UFO) أو بالصحون الطائرة.

وقد تراوح وصف هذه الأجسام الطائرة من عجلات متوهّجة إلى كرات ضوئيّة ملوّنة أو أجسام بشكل سيجار أو قرص أو هلال. وحدثت إحدى أقدم المشاهدات الموثّقة للصحون الطائرة عام ١٥٦١ في نوريمبرج في ألمانيا. ووصفت نشرة، صدرت في تلك السنة، ظهور كرات حمراء وزرقاء وسوداء أو صحون وصلبان وأنابيب تبدو أنها تتقاتل في ما بينها في السماء فوق المدينة.

وقد ظهرت عبارة «الصحن الطائر» للمرّة الأولى سنة ١٩٤٧. فقد أخبر رجل أعمال أميركي يدعى كنيث أرنولد الصحافيّين أنه في أثناء قيادته طائرة خاصّة قرب جبل رينيير في واشنطن، رأى تسعةَ أجسام طائرة فوق الجبل في تشكيل معيّن وبسرعة تتجاوز ٢٥٠٠ كيلومتر في الساعة. وأضاف أرنولد أنّ هذه الأجسام تتحرّك «كصحن يثب فوق صفحة الماء». وبعد ذلك، اختُصر وصف أرنولد وأصبح تعبير الصحن الطائر يُطلق على جميع الأجسام الطائرة غير معروفة الهويّة.

تملك حكومة الولايات المتحدة سجلّات عن آلاف المشاهدات لأجسام طائرة غير معروفة الهويّة، تشمل صوراً لصحون طائرة مزعومة ومقابلات مع أشخاص ادّعوا أنهم رأوها. وبما أنّ الصحون الطائرة قد اعتُبرت خطراً محتملاً على الأمن القوميّ، فقد حُظّر، في بادىء الأمر، إطلاع الجمهور على التقرير الذي وُضع بهذه المشاهدات. وعندما سُمح بنشر التقرير في وقت لاحق، تبيّن أنّ ٩٠٪ من مشاهدات الصحون الطائرة قابلة للتفسير بسهولة. وقد تبيّن أنّ معظم هذه المشاهدات هو أجرام سماوية، كالنجوم أو الكواكب الساطعة مثل الزهرة، أو ظواهر جوّيّة كالشفق القطبيّ أو سقوط نيازك عبر الجوّ. وثبت في النهاية أن الكثير من المشاهدات الأخرى هي بالونات للرصد الجوّي أو أقمار اصطناعيّة أو أسراب من الطيور. وكثيراً ما رافقت هذه المشاهدات أحوال جويّة غير اعتياديّة.

في سنة ١٩٤٨، بدأت القوّات الجويّة الأميركيّة بأوّل تحقيق رسميّ بشأن الصحون الطائرة، وقد عُرف باسم Project Sign (مشروع العلامة) ودرس ٢٤٣ مشاهدة. ثمّ استُبدل هذا البرنامج بـ Project Grudge (مشروع الضغينة) الذي حقّق في ٢٤٤ مشاهدة أخرى. وفي آذار ١٩٥٢، نظّمت القوّات الجويّة أهمّ تحقيق حول الصحون الطائرة أطلقت عليه اسم Project Blue Book (مشروع الكتاب الأزرق). وقد عمل في هذا المشروع عدد من العلماء، بينهم فيزيائيّون ومهندسون وأرصاديّون وفلكيّ واحد. وكان لـ«مشروع الكتاب الأزرق» ثلاثة أهداف رئيسيّة: تفسير جميع مشاهدات الصحون الطائرة التي تمّ التبليغ عنها؛ وتقرير ما إذا كانت الصحون الطائرة تشكّل خطراً على الأمن القوميّ للولايات المتحدة؛ وتحديد ما إذا كانت الصحون الطائرة تستعمل أي تكنولوجيا متقدّمة قد تستفيد منها البلاد.

وفي أواسط الستينات، كثرت التقارير الواردة عن مشاهدة صحون طائرة. وللمرّة الأولى، وصلت التقارير بانتظام من أماكن خارج الولايات المتحدة تشمل كندا والاتّحاد السوفياتي وأستراليا. وفي شباط ١٩٦٦، التأمت هيئة جديدة للتحقيق في مسألة الصحون الطائرة. ومثل مَن سبقها من الهيئات، قرّرت هذه الهيئة أنّ السواد الأعظم من مشاهدات الصحون الطائرة هي إمّا ظواهر طبيعيّة أو خِدع.

وقد عارض بعض العلماء علناً النتائج التي توصّلت إليها الهيئة. وأكّدت هذه المجموعة من العلماء، التي شملت الأرصاديّ جايمس إ. ماكدونالد من جامعة أريزونا والفلكيّ ج. ألن هاينك من جامعة الشمال الغربيّ، أنّ عدم إيجاد تفسير واضح لبعض مشاهدات الصحون الطائرة الموثوقة يشكّل دليلاً قاطعاً على أنّ كائنات فضائيّة قد زارت الأرض.

استقبل المجتمع العلمي التابع للاتجاه السائد رأيَ العلماء المعارضين ببرودة تامّة. وفي سنة ١٩٦٨، طلبت القوّات الجويّة الأميركيّة من الفيزيائيّ ادوارد أ. كوندون من جامعة كولورادو ترؤّس لجنة تدرس الفرضيّة القائلة بوجود كائنات فضائيّة. وقامت لجنة خاصّة من الأكاديميّة القوميّة للعلوم بمراجعة تقرير اللجنة النهائيّ «دراسة علميّة للأجسام الطائرة غير معروفة الهويّة»، الذي يشمل تحقيقات مفصّلة حول ٥٩

مرصد في جبل واشنطن لتلقي المعلومات من الأقمار الصناعيّة عن تضاريس الأرض لصنع الخرائط



مشاهدة لصحون طائرة، ونُشر التقرير في أوائل سنة ١٩٦٩. أجرى العلماء السبعة والثلاثون الذين شاركوا في وضع التقرير مقابلات مع أشخاص زعموا رؤية صحون طائرة ودرسوا الأدلّة المادّيّة والفوتوغرافيّة. وقد خلُص التقرير، الذي يُعرف أيضاً بتقرير كوندون، إلى أنّه لا يوجد أيّ دليل على الإطلاق على تحكّم كائنات فضائيّة بالصحون الطائرة، وأنّه لا حاجة إلى المزيد من الدراسات حولها.

واستناداً إلى توصيات تقرير كوندون، أوقف «مشروع الكتاب الأزرق» في كانون الأوّل ١٩٦٩ بعد أن جمع ما يقارب ٨٠,٠٠٠ صفحة من المعلومات حول ١٢,٦١٨ مشاهدة وحدثاً تتعلّق بالصحون الطائرة، وقد صُنّفت جميعها في النهاية إمّا كـ «معروفة الهويّة»، عند تطابقها مع ظاهرة فلكيّة أو جويّة أو اصطناعيّة معروفة، أو كـ «غير معروفة الهويّة» وتشمل الحالات التي كانت فيها المعلومات غير كافية.

ونجد التقارير الرسميّة الوحيدة الأخرى (والكاملة نسبيّاً) في كندا، حيث نُقلت في سنة ١٩٦٨ من مصلحة الدفاع الوطنيّ إلى المجلس الوطنيّ الكنديّ للبحوث. وقد شملت السجلّات الكنديّة حوالى ٧٥٠ مشاهدة وحدثاً في أواخر الستينات. وقد أبقى العلماء، في بريطانيا والسويد والدانمارك وأستراليا واليونان، على سجلّات تمثل هذه المشاهدات، وإن كانت غير شاملة.

منذ إيقاف «مشروع الكتاب الأزرق»، لم تنشىء حكومة الولايات المتحدة أيّة برامج رسميّة أخرى لدراسة الصحون الطائرة. ولكن، في سنة ١٩٧٣، أنشأت مجموعة من العلماء الأميركيين مركز دراسات الأجسام الطائرة غير معروفة الهويّة (وقد أصبح اليوم مركز ج. ألن هاينك لدراسات الأجسام الطائرة غير معروفة الهويّة، في شيكاغو). وهناك الكثير من المجموعات الخاصّة المماثلة التي تواصل دراسة هذه الظاهرة.

وفقاً للدليل الذي نشرته القوّات الجويّة الأميركيّة حول الموضوع، فإنّ صدق الشهود وإمكانيّة الاعتماد على أقوالهم هما من الاعتبارات الأساسيّة في مشاهدات الصحون الطائرة. ومن الاعتبارات الهامّة الأخرى، هناك أيضاً عدد الشهود وطول المدّة التي شاهدوا خلالها الصحن الطائر وبُعدهم عنه والأحوال الجويّة التي كانت سائدة وقت المشاهدة. ومن السمات الشائعة في التقارير حول الصحون الطائرة، تأكيد الشهود في الكثير من الحالات أنّ الأجسام التي رأوها كانت مسيّرة من قبل كائنات عاقلة. ويصل الناس غالباً إلى هذا الاستنتاج لأنّهم يعتقدون، مثل كنيث أرنولد الذي رأى صحوناً طائرة فوق جبل رينيير، أنهم يرون أجساماً تطير معاً ضمن مجموعات أو باتجاه جسم آخر، أو تغيّر اتجاهها أو سرعتها بشكل مفاجىء.

لدى جميع الناس رغبة طبيعيّة بتفسير وفهم كلّ ما تراه عيونهم. ولهذا السبب، فإنّ المشاهدات البصريّة تكون عموماً الأقلّ عوّلاً. فالعين البشريّة المجرّدة يمكن أن تُخدع حتى درجة الهلوسة. وكثيراً ما يبدو الضوء الساطع، ككوكب الزهرة مثلاً، وكأنّه يتحرك مع أنّ تلسكوباً مثبّتاً أو شاخص (قضيب) تسديد يُظهر أنّها ثابتة. ولا يمكن أيضاً الوثوق بالتقدير البصريّ للمسافة لأنّه يستند إلى حجم مفترَض. ويمكن أن يخلق انعكاس الضوء على زجاج النوافذ أو النظّارات مناظر متراكبة. ويمكن أن يحوّل خلل أو علّة في البصر مصادر الضوء النقطيّة إلى أجسام شبيهة ظاهريّاً بالصحون. وتشكّل هذه الصور المضلّلة للبصر المترافقة برغبة في تفسير الصور البصريّة، سببَ الكثير من مشاهدات الصحون الطائرة المفترضة.

قد تكون المشاهدات بواسطة الرادار أجدر بالثقة في بعض النواحي، لكنّها لا توفّر المعلومات اللازمة للتمييز بين الأجسام المادّيّة والظواهر الطبيعيّة مثل الآثار النيزكيّة وآثار الغاز المؤيّن Ionized Gas والمطر والتقطّعات الحراريّة. علاوة على ذلك، هناك الكثير من التأثيرات التي يمكن أن تعطي صدى راداريّاً كاذباً: التداخل الإلكتروني، وانعكاس الضوء على طبقات جويّة مؤيّنة أو على الغيوم، وانعكاس الضوء على منطقة رطبة كالسحاب الركاميّ مثلاً.

وقد تبيّن أنّ أحداث الاتصال المزعومة – التي تشمل أنشطة أخرى إلى جانب المشاهدة – ترتبط في معظم الحالات بالأحلام أو الهلوسة. وتتوقّف مصداقيّة هذه التقارير إلى حدّ بعيد على وجود شاهدين مستقلّين أو أكثر، ساعة حدوث الظاهرة.

مرصد دايتون بيتش في فلوريدا لالتقاط الموجات الراديويّة واللاسلكيّة



الجاذبيّة

الجاذبيّة هي قوّة التجاذب التي تعمل بين جميع الأجسام بسبب كتلتها، أي كميّة المادّة التي تتكوّن منها. وبسبب الجاذبيّة، تُسحب جميع الأجسام الموجودة على الأرض أو قربها باتّجاه الكوكب. وتسمح الجاذبيّة بتماسك الغازات الحارّة في الشمس. كما أنّها تُبقي الكواكب في مداراتها حول الشمس، وتبقي جميع النجوم في مجرّتنا في مداراتها حول مركز المجرّة. ويُعرف انجذاب جسم ما إلى الأجسام الأخرى القريبة منه بقوّة الجاذبيّة.

ومع أنه من السهل رؤية تأثيرات قوّة الجاذبيّة، فإنّ تفسير الجاذبيّة قد حيّر الناس على مدى قرون. وقد علّم الفيلسوف الإغريقي القديم أرسطو أنّ الأجسام الثقيلة تقع بسرعة أكبر من الأجسام الخفيفة. وقد ظلّ هذا الرأي معتمداً بوجه عامّ على مدى قرون. ولكن في أوائل القرن السابع عشر، جاء العالِم الإيطالي چاليليو بنظرة مختلفة إلى الجاذبيّة. واعتبر چاليليو أنّ جميع الأجسام تقع بالتسارع نفسه (تزايد السرعة) إلّا إذا أبطأت مقاومة الهواء أو أيّ قوّة أخرى سقوطها.

درس الفلكيّون القدامى حركات القمر والكواكب. لكنّ هذه الحركات لم تفسّر بالشكل الصحيح حتّى أواخر القرن السابع عشر، عندما أثبت العالِم الإنجليزي السير إسحق نيوتن وجود علاقة بين القوّة التي تجذب الأجسام إلى الأرض والطريقة التي تتحرّك بها الكواكب. وبنى نيوتن نظريّته على الدراسة الدقيقة لحركات الكواكب التي قام بها فلكيّان عاشا في أواخر القرن السادس عشر وأوائل السابع عشر: الدانماركي تيكو براهيه والألمانيّ يوهانس كبلر. عندما كان نيوتن في الثالثة والعشرين من العمر، دفعه سقوط تفّاحة من شجرة أمامه، إلى التساؤل حول مدى عمل قوّة الجاذبيّة. وأدرك أنّ القوّة نفسها التي أسقطت التفّاحة من الشجرة تستطيع إبقاء القمر في مداره حول الأرض. واستناداً إلى القوانين التي اكتشفها كبلر، بيّن نيوتن أنّ جاذبيّة ثُقل الشمس يجب أن تتزايد مع المسافة. وافترض أنّ جاذبيّة الأرض تتبع المنحى نفسه. وحسب نيوتن، إنّ القوّة التي تجذب القمر إلى الأرض موجودة على سطح الأرض. وتبيّن أنّ هذه القوّة مماثلة للقوّة التي أكسبت التفّاحة تسارعها.

نظريّة نيوتن للجاذبيّة

تنصّ هذه النظريّة على أنّ قوّة الجاذبيّة بين جسمين متناسبة (متصلة طرداً) مع قدر كتلتيهما؛ أيّ إنّه كلما كبرت أيّ من الكتلتين ازدادت القوّة الموجودة بين الجسمين. وتنطبق النظريّة على الكتلة بدلاً من الوزن لأنّ وزن جسم على الأرض هو في الحقيقة قوّة جاذبيّة، وتكون للجسم نفسه أوزان مختلفة على كواكب مختلفة، لكنّ كتلته تبقى دائماً على حالها. وتقول نظريّة نيوتن أيضاً إنّ قوّة الجاذبيّة متناسبة عكسيّاً مع مربّع المسافة الفاصلة بين مركزي ثقل الجسمين. فعلى سبيل المثال، إذا تضاعفت المسافة بين الجسمين تصبح القوّة بينهما ربع القوّة الأصليّة.

نشر نيوتن نظريّته حول الجاذبيّة في سنة ١٦٨٧. وحتى أوائل العشرينات، لم يشاهد العلماء سوى ظاهرة واحدة لا تتّفق مع تنبؤات نظريّة نيوتن وهي حركة كوكب عطارد، إلّا أنّ هذا التعارض يبقى ضئيلاً جدّاً.

نظريّة أينشتاين للجاذبيّة

في سنة ١٩١٥، أعلن الفيزيائيّ الألمانيّ الأصل ألبرت أينشتاين نظريّته حول الجاذبيّة، وهي نظريّة النسبيّة العامّة. والفكرة الأساسية في النسبيّة العامّة تقول إنّ الجاذبيّة هي تأثير لانحناء أو انحراف الحيّز والزمن.

ومع أنّ نظريّة أينشتاين حتّمت تغييراً كاملاً في الأفكار حول الجاذبيّة، فقد وسّعت نظريّة نيوتن ولم تعارضها. وفي معظم الظروف، أعطت نظريّة أينشتاين نتائج لم تختلف إلّا بشكل ضئيل عن النتائج التي تمّ التوصّل إليها استناداً إلى نظريّة نيوتن. وعندما استُعملت نظريّة أينشتاين لحساب حركة عطارد، تطابقت الحسابات تماماً مع حركات الكوكب المشاهدة. وكان ذلك أوّل إثبات على صحّة نظريّته.

وترتكز نظريّة النسبيّة العامّة على افتراضين إثنين. الإفتراض الأوّل هو أنّ الفضاء والزمان ينحرفان أينما وجدت مادة أو طاقة. وأعطى أينشتاين معادلات تصف هذا الإنحراف بدقّة. والإفتراض الثاني، المعروف بمبدأ التعادل، ينصّ على أنّ تأثيرات الجاذبيّة معادلة للتسارع. ولفهم هذا المبدأ، افترض أنّك في صاروخ فضائيّ غير متحرّك في الفضاء، أيّ دون جاذبيّة أو تسارع. إذا أفلتّ كرة من يدك، تطفو هذه الكرة ولا تسقط. وإذا تسارع الصاروخ إلى الأعلى، تبدو الكرة وكأنّها تقع على أرض المركبة كما لو أنّها سُحبت إلى الأسفل بفعل الجاذبيّة. وبالتالي، فإنّ التسارع ينتج تأثير الجاذبيّة نفسه.

ويتنبأ مبدأ التعادل أنّ الجاذبيّة تتسبّب بانحراف شعاع الضوء عند مروره قرب أجسام كبيرة، مثل الشمس، التي تحني الفضاء (أو الحيّز). وقد أثبت هذا التنبؤ لأوّل مرّة في سنة ١٩١٩ أثناء حدوث كسوف كامل للشمس. وتحرف الشمس أيضاً الموجات اللاسلكيّة وتؤخّرها. وقد جرى قياس هذا التأخير بإرسال إشارات لاسلكيّة بين الأرض ومسابير ڤايكنج الفضائيّة التي وصلت إلى المرّيخ في سنة ١٩٧٦، ما وفّر أدقّ برهان على النسبيّة العامّة.

تنبؤات النسبيّة العامّة

وفقاً لنظريّة النسبيّة العامّة، تبعث الأجسام العظيمة الكتلة التي تدور حول بعضها البعض موجات جاذبيّة. وقد أثبتت صحّة هذا التنبؤ بصورة غير مباشرة في سنة ١٩٧٨ برصد پولسار ثنائيّ (نابض ثنائيّ)، وهو نجم نيوترونيّ سريع الدوران حول نفسه يدور حول نجم آخر مرافق له. وقد أشارت المشاهدات إلى أنّ الفترة المداريّة للپولسار تتناقص باستمرار. ويتوافق قدر هذا التناقص مع تنبؤات النسبيّة العامّة حول الطاقة التي سيفقدها النجمان بسبب إطلاق موجات الجاذبيّة.

وقد طُبقت النسبيّة العامّة على الكوزمولوجيا أو علم الكونيّات، وهو علم يبحث في الكون ككلّ. وتنبأت النظريّة بأنّ الكون يجب إمّا أن يتمدّد أو أن ينقبض. ويشير بعض المشاهدات، مثل التغيير في الطول الموجيّ للضوء الآتي من النجوم البعيدة، إلى أنّ النجوم تبتعد عنّا، وأنّ الكون يتمدّد. وقد يسمح القياس الدقيق لسرعة تمدّد الكون ولكميّة المادّة، بتحديد ما إذا كان الكون سيتمدّد إلى الأبد أو سينقبض.

مفردات فلكيّة

الوحدة الفلكيّة: هي متوسّط المسافة بين الأرض والشمس – حوالى ١٥٠ مليون كيلومتر. وتُستعمل هذه الوحدة لقياس المسافات داخل النظام الشمسيّ.

الفيزياء الفلكيّة: هي دراسة التركيب الكيميائيّ للأجرام الفلكيّة ودراسة العمليّات الفيزيائيّة التي تحدث في الفضاء.

الإنفجار الكبير: هو الإنفجار الذي يعتقد جميع الفلكيّين تقريباً أنّه أنشأ الكون.

الثقب الأسود: هو جرم غير مرئيّ، نظراً إلى قوّة جاذبيّته الشديدة التي لا يستطيع أن يفلت منها شيء، حتى الضوء.

خطّ الإستواء السماويّ: هو خطّ وهميّ في السماء يمتدّ فوق خطّ استواء الأرض.

القطبان السماويّان: هما نقطتان في السماء واقعتان فوق القطب الشماليّ والقطب الجنوبيّ.

الكوزمولوجيا: هي دراسة تركيب الكون وتاريخه.

الميل الزاويّ: هو البعد الزاويّ لجرم سماويّ شمالاً أو جنوباً من خطّ الإستواء السماويّ.

السنة الضوئيّة: هي المسافة التي يقطعها الضوء في سنة واحدة – حوالى ٩,٤٦ ترليون كيلومتر. ويستعمل الفلكيّون هذه الوحدة لقياس المسافات خارج النظام الشمسيّ.

القدْر: هو قياس سطوع جرم سماويّ. والقدر الظاهر هو سطوع جرم كما يُرى من الأرض. أمّا القدر المطلق فهو قياس مدى سطوع جرم ما، إذا كان على بعد ٣٢,٦ سنة ضوئيّة عن الأرض.

السديم: هو سحابة من الغاز والغبار بين النجوم.

النجم النيوترونيّ: هو نجم صغير وبالغ الكثافة، يتألّف بشكل رئيسيّ من نيوترونات متراصّة، أو ربما من جسيمات أوليّة تُعرف بالكوارك.

الپولسار أو النجم النابض: هو نجم نيوترونيّ دوّار تتلقّى منه الأرض دفعات منتظمة من الموجات الإشعاعيّة.

النجم الزائف: هو جرم يشبه النجم إلى حدّ بعيد، لكنّه يتميّز بزحزحة حمراء هائلة. والنجوم الزائفة هي أبعد أجرام اكتُشفت في الكون حتى اليوم. وتطلق هذه الأجرام كميّات هائلةً من الطاقة.

الزحزحة الحمراء: هي زحزحة في طيف (نسق الألوان) الإشعاع الصادر عن جرم سماويّ باتّجاه الأطوال الموجيّة الطويلة. وفي القسم المرئيّ من الطيف، تكون الأطوال الموجيّة الطويلة حمراء اللون. ويشير وجود زحزحة حمراء إلى أنّ الجرم يبتعد عن الأرض.

المطلع المستقيم: هو بعدُ مكانٍ في السماء إلى الشرق عن النقطة التي تقطع فيها الشمس خطّ الإستواء السماويّ قرابة ٢١ آذار. ويُقاس المطلع المستقيم بالساعات. وتساوي ساعة واحدة زاوية من ١٥ درجة.

المرصد

في صباح ٢٤ شباط ١٩٨٧، رأى الفلكيون في مرصدين في التشيلي انفجاراً ضوئياً في السحابة الماجيلانية الكبرى، وهي مجرّة قريبة من مجرّتنا. وقد شكّل هذا النجم المنفجر، الذي أُطلق عليه في ما بعد اسم «المُستسعر الفائق ١٩٨٧ أ»، أوّل مستسعر فائق معروف مرئيّ بالعين المجرّدة منذ سنة ١٦٠٤. وفي آلاف المراصد المنتشرة في أنحاء العالم، تجري مراقبة مثل هذه الظواهر الفلكية وقياسها وتحليلها بشكل دائم. وتُعتبر المراصد الفلكية الموجّهة إلى أجرام واقعة على مسافة كبيرة جداً من الأرض، أكثر أنواع المراصد انتشاراً. وتهتمّ مراصد أخرى، تُعرف بالمراصد الأرصادية، بدراسة الطقس. وتدرس المراصد الجيوفيزيائية حركات قشرة الأرض. وسيركّز هذا البحث على المراصد الفلكية.

تتراوح المراصد بين المرصد الفلكي اللاسلكي القومي و«مجموعته الكبيرة جداً» من جهة ومئات المراصد الصغيرة التي يملكها فلكيون هواة. إنّ الهدف من استعمال المراصد الفلكية هو جمع معلومات تسمح بالوصول إلى فهم أكبر لطبيعة الكون ومكوّناته المختلفة.

ومن الأجرام السماوية الكثيرة التي ترصدها المراصد الفلكية نذكر الكواكب والنجوم والمذنّبات والمجرّات والنجوم الزائفة والسُّدُم. ويسمح أبسط المراصد بإجراء رصد مفصّل للنجوم التي قطع ضوءها الفضاء لآلاف السنين قبل الوصول إلى الأرض. وتدرس أكبر المراصد حجماً وأكثرها تعقيداً الأجرام التي قطع ضوءها الفضاء مدّة ١٠ مليارات سنة أو أكثر. ويستطيع بعض المراصد المتخصّصة كشف أشكال من الإشعاع الغني بالطاقة، مثل أشعة جاما والأشعة السينيّة، من خارج الجوّ.

أنواع المراصد

يُجهّز معظم المراصد لدراسة ظاهرة فلكية محدّدة. وهذا التخصّص المرتكز على أنواع الأدوات المستعملة في المرصد هو أمر ضروريّ، نظراً إلى تنوّع الأجسام الموجودة في الفضاء والمسافات الهائلة التي تفصل بينها ودرجات سطوعها المختلفة.

على سطح الأرض، يقوم الجوّ بامتصاص معظم الإشعاع المقبل من الفضاء أو عكسه أو كسره. ولا يصل إلى الأرض سوى الضوء المرئيّ والموجات الإشعاعية (الرادية). ونجد نوعين أساسيين من المراصد الأرضية التي تستعمل هذا الإشعاع المتوفّر. تدرس المراصد البصرية الضوء المنبعث من الأجرام البعيدة، وتستقي المراصد الإشعاعية المعلومات من الموجات الإشعاعية (الرادية).

المراصد البصرية

إنّ معظم المراصد البصرية مصمّم لدراسة الأجرام الفضائية الواقعة خارج النظام الشمسي. وتشمل هذه الأجرام النجوم والسُّدُم الغازية التي تحيط بها والمجرّات البعيدة والنجوم الزائفة الغامضة والانفجارات الهائلة التي تحدث في مراكز المجرّات. ولمراقبة هذه الأجسام البعيدة، يجب جمع كمية هائلة من الضوء. ويحلّ معظم المراصد البصرية هذه المشكلة باستعمال مقاريب (تلسكوبات) عاكسة كبيرة، إذ أنّه يمكن تكبير مراياها أكثر بكثير من العدسات في المقاريب الانكسارية.

وتُجهّز المراصد البصرية بأدوات أخرى تحلّل أو تضخّم الضوء الذي تتلقّاه مقاريب عاكسة ضخمة. ومن هذه الأدوات نذكر مِرْسَمَة الطَّيف، التي تقسّم الضوء إلى الألوان التي تؤلّفه، ما يسمح للفلكيين بتحديد تركيب النجوم والمجرّات وحركاتها.

وبالرغم من أنّ الكثير من المراصد لا يزال يخصّص فترات لالتقاط الصور عبر المقاريب، حيث قد تصل مُدَد التعريض إلى عدّة ساعات، فإنّ المزيد من الأبحاث تُجرى باستعمال جهاز إلكتروني يُدعى الجهاز المتقارن الشحنات Charge Coupled Device (CCD). ويكون هذا الشكل من آلة التصوير التلفزيوني أكثر حساسية للضوء من الألواح الفوتوغرافية. وتساعد أيضاً أنظمة كمبيوتر متقدّمة، تقع في الغالب على بعد كيلومترات من المرصد، في تحليل وتفسير الصور التي تُجمع من المقاريب وغيرها من الأدوات. ويركّز عدد قليل نسبياً من المراصد على دراسة الأجسام الواقعة ضمن النظام الشمسي، مثل الكواكب والأقمار والكويكبات. وفي رصد هذه الأجرام الأقرب إلى الأرض والأكثر سطوعاً، تنطوي الإيضاحية (قدرة العدسة على إعطاء صورة واضحة) على أهمية أكبر من قدرة المقراب على جمع الضوء. وبالتالي فإن الكثير من هذه المراصد يستعمل مقاريب انكسارية.

ويشكّل المرصد الشمسي نوعاً ثالثاً من المراصد البصرية. فنظراً إلى سطوع الشمس الهائل، يجب أن تحتوي المراصد التي تدرس النجم الأقرب إلى الأرض على أجهزة قادرة على تحمّل إشعاعات شديدة جداً. ويقوم المقراب الشمسي روبرت ر. ماك ماث، في مرصد كيت بيك القومي في ولاية أريزونا الأميركية، بتركيز ضوء الشمس على طول نفق طويل مائل يقوده تحت الأرض حيث يُستعمل الضوء المرشَّح، إلى حدّ بعيد، لإعطاء صور مفصّلة لجوّ الشمس المتغيّر بشكل سريع. ولدراسة الجوّ الخارجيّ للشمس، أو هالة الشمس، يُستعمل جهاز خاصّ يحجب الضوء الرئيسيّ لقرص الشمس، ما يسمح بمراقبة الهالة الأقلّ سطوعاً.

المراصد الإشعاعية

تميل المراصد الإشعاعية إلى أن تكون أقلّ تخصّصاً، إلى حدّ ما، من المراصد البصرية. ويمكن استعمال مركز المقراب (التلسكوب) الإشعاعي لوضع خرائط بالرادار للكواكب في النظام الشمسي، أو لإجراء دراسة مفصّلة للنجوم الزائفة البعيدة التي تقع على مسافة مليارات السنوات الضوئية. وبما أنّ الموجات الإشعاعية تدخل الغبار المظلم الذي يمتصّ الضوء، فإنّ الكثير من الأجسام التي لا يمكن رؤيتها بالمقاريب البصرية تُدرس بسهولة بالمراصد الإشعاعية. وتُستعمل أجهزة الكمبيوتر في الكثير من الأحوال لمعالجة الإشارات التي تتلقّاها المقاريب الإشعاعية، فتحوّلها إلى صور مفيدة يمكن للفلكيين دراستها.

ونظراً إلى أنّ للموجات الإشعاعية (الرادية) أطوالاً موجيّة أكبر من الموجات الضوئية، تكون المقاريب الإشعاعية أكبر بكثير من المقاريب البصرية. ونجد أكبر هوائيّ إشعاعيّ منفرد في العالم في أريسيبو في بورتو ريكو. ويبلغ قطر هذا الهوائيّ ٣٠٥ أمتار، وهو يملأ وادياً كاملاً.

عن طريق وصل المقاريب الإشعاعية المنفردة إلكترونياً، خلق الفلكيون شبكات تعمل كمقراب واحد قويّ جداً. تُعرف هذه الشبكات بمقاييس التداخل، ويمكن أن تكون في مرصد واحد، كما هي الحال مع «المجموعة الكبيرة جداً» في سوكورو في ولاية نيو مكسيكو الأميركية، أو تشمل عدّة مراصد إشعاعية مختلفة على قارّات مختلفة. و«مقاييس التداخل القاعدية الطويلة جداً» هي في الحقيقة أدوات على قياس الكوكب يخلقها التعاون بين ستة مراصد أو أكثر، ويمكنها إعطاء تفاصيل دقيقة جداً.

مواقع المراصد

تقع المراصد البصرية عموماً على قمم الجبال المنعزلة نسبياً. وتكون هذه المواقع مناسبة جداً لإقامة المراصد، نظراً إلى أنّ امتصاص الضوء وتداخله في الجوّ وعدم الاستقرار الجوّي تكون جميعها في حدّها الأدنى في المرتفعات العالية. إضافة إلى ذلك، فإنّ المراصد البصرية توضع عموماً بعيداً عن أيّة مصادر اصطناعية للضوء. فالضوء من مصابيح الشوارع ولافتات النيون، مثلاً، يمكن أن يشوّش الصفائح الفوتوغرافية الحسّاسة. ويتمّ اختيار المواقع عادة وفقاً لعدد الليالي الصافية.

وبما أنّ الموجات الإشعاعية (الرادية) تخترق الغيوم، فمن الأسهل إيجاد مواقع مناسبة للمراصد الإشعاعية. إلّا أنّ بخار الماء يمكن أن يمتصّ بعض تردّدات الموجات الإشعاعية، ويمكن أن تؤدّي مصادر الموجات الإشعاعية التي يصنعها الإنسان إلى إجراء تقديرات غير صحيحة للموجات الإشعاعية المقبلة من الفضاء الخارجي. لذا تُفضَّل إقامة هذه المراصد في مواقع منعزلة وجافّة.

المراصد الفضائية

يصدّ جوّ الأرض الأشعة السينيّة (أشعة إكس) وأشعة جاما والأشعة فوق البنفسجية ومعظم الأشعة تحت الحمراء من المصادر البعيدة. وللتمكّن من مشاهدة هذه الأجزاء من الطيف الضوئيّ، وُضعت مراصد في الفضاء. وتستطيع الأجهزة الموضوعة في أقمار مداريّة تحليل المعطيات التي تُرحّل إلى محطات إشعاعية على الأرض.

قام مرصد أينشتاين الفلكي المداريّ لالتقاط الأشعة السينيّة، الذي تمّ إطلاقه سنة ١٩٧٨، والقمر الفلكيّ لالتقاط الأشعة تحت الحمراء، الذي تمّ إطلاقه سنة ١٩٨٣، بكشف ظواهر جديدة للعلماء، وسمحا لهم بإجراء اكتشافات هامّة. وفي ٢٤ نيسان ١٩٩٠، أطلقت ناسا مرصداً مدارياً آخر هو تلسكوب هابل الفضائي. وبالرغم من المشاكل الكبيرة التي حدثت في المرآة الرئيسية لتلسكوب هابل الفضائي، فقد سمح التلسكوب بمشاهدة الأشعة السينية والأشعة تحت الحمراء وفوق البنفسجية، وميّز بين معالم شديدة التقارب على أجرام بعيدة. وأُطلق مرصد أشعة جاما في ٧ نيسان سنة ١٩٩١ لدراسة أشعة جاما التي تطلقها النجوم المتصادمة أو المنفجرة والمستسعرات الفائقة Supernovas والبولسارات والنجوم الزائفة والثقوب السوداء. وقد أطلقت ناسا منشأ الفيزياء الفلكية المتقدّم للأشعة السينية سنة ١٩٩٨، ويُتوقّع إطلاق منشأ التلسكوب الفضائي للأشعة تحت الحمراء في عام ٢٠٠٠.

التاريخ والتطوّرات المستقبلية

تعود الوثائق المكتوبة التي تفيد بخسوفات القمر وبمراقبة كوكب الزهرة إلى سنة ٢٠٠٠ قبل الميلاد في بلاد ما بين النهرين. وقد تألّفت المراصد الأولى من تجهيزات ميكانيكية بسيطة نسبياً استُعملت لقياس اتجاه حركة الأجرام السماوية والمسافة التي تفصلها عن الأرض. وبمرور القرون، جرى اختراع معدّات أكثر تطوّراً، مثل الأسطرلاب. والأسطرلاب هو قرص يُقسّم حرفه إلى درجات من الدائرة ويحمل مؤشّرات متحرّكة. وقد استُعمل الأسطرلاب لتحديد المسافة الزاوية بين نقاط في السماء، ولمقارنة مواقع الكواكب أو القمر مع النجوم الثابتة.

مع تطوّر التجارة الطويلة المدى في حوض المتوسّط وفي ما بعد في الصين، أصبح الإبحار عن طريق الاستهداء بالنجوم أمراً ضرورياً. وكانت المشاهدات الفلكية الدقيقة مفيدة جداً للجماعات الزراعية في مصر القديمة. فقد استُعمل بزوغ الزهرة لتخطيط فترات الزرع والحصاد. وقد ساهم أيضاً علم التنجيم، حيث يُعتقد أنّ حركة الكواكب تؤثّر على حياة الإنسان، في إثارة الاهتمام بالأجرام السماوية.

على رغم أنّ بلاد ما بين النهرين والصين والدول العربية قد ساهمت في تطوّر علم الفلك بإقامة مراصد، فإنّ حاجة الدول الأوروبية التي قام اقتصادها على التجارة في القرنين السادس عشر والسابع عشر إلى أدوات ملاحة دقيقة، قد شكّلت الدافع الأساسي لتطوير علم الفلك. ومع اختراع التلسكوب، في بداية القرن السابع عشر، أصبح من الممكن القيام برصد فلكيّ دقيق. وقد أُسّس أوّل مرصد حديث، وهو مرصد جرينتش الملكيّ في لندن، سنة ١٦٧٥، بأمر من شارلز الثاني ملك إنجلترا بهدف تطوير وسائل الملاحة الدقيقة ووسائل ضبط الوقت. ويُستعمل أيضاً المرصد اليوم لوضع خرائط بمواقع النجوم، ويشتهر بإصدار «الروزنامة البحرية».

وبين أواسط وأواخر القرن التاسع عشر، ومع تطوّر أدوات الملاحة وضبط الوقت، بدأت المراصد تسعى إلى الحصول على معلومات فلكية ليس لها تطبيقات عملية مباشرة. وكان السواد الأعظم من هذه المراصد ممّولاً من القطاع الخاص، وذلك من أفراد أثرياء أو من الجامعات. وقد بنت الجامعات، في وقتنا الحاضر، بعضاً من أكبر التلسكوبات في العالم، مثل تلسكوب كيك التابع لجامعة كاليفورنيا في بركلي ومعهد كاليفورنيا للتكنولوجيا. وقد أنشأت الحكومات بعض المراصد الكبيرة مثل المراصد الفلكية البصرية القومية والمراصد الفلكية الإشعاعية القومية في الولايات المتحدة.

في أواسط الثمانينات من القرن العشرين، وضعت عدّة خطط لإنشاء مراصد جديدة. إنّ فكرة جمع الضوء من أكثر من عاكسة واحدة، التي طُبّقت للمرّة الأولى في التلسكوب المتعدّد المرايا التابع لمؤسّسة سميثسونيان، قد استُعملت بشكل متطوّر أكثر في تلسكوب التكنولوجيا الجديدة القوميّ الأميركيّ الذي صُمّم لجمع أربع مرايا كبيرة بقياس ٧٦٢ سنتيمتراً لكل واحدة، للحصول على قوّة معادلة لقوّة تلسكوب بقياس ١٥٢٤ سنتيمتراً. وقد صُمّم هذا التلسكوب بحيث تفوق قدرته على جمع الضوء قدرة تلسكوبات مرصد بالومار بعشرة أضعاف. وهناك خطط أيضاً لإنشاء مقاييس تداخل بصرية، تقوم على مبادىء مقاييس التداخل الإشعاعية نفسها. ومع التقدّم المتواصل في التكنولوجيا الإلكترونية، يُتوقّع أن تؤدّي معادلة تلألؤ الجوّ إلى تحسين المراصد القائمة على سطح الأرض.



بدأ في هذا المرصد العمل بأوّل تلسكوب راديويّ عملاق، وذلك في العام ١٩٥٧. وهذا التلسكوب مزوّد بصحن عاكس بقطر ٧٦،٢م يركّز موجات الراديو على هوائيّ مركّز في وسط الصحن. ويعمل فلكيو المرصد اليوم على دراسة الإشعاعات الراديويّة الصادرة من أجرام سماويّة تسمّى منابع راديويّة نابضة، إضافة إلى دراسة الغازات والغبار في المجرّات. وبمساعدة شبكة تلسكوبات راديويّة تسمّى ميرلين، وهو اختصار لشبكة مقاييس التداخل الراديويّة المترابطة متعدّدة العناصر، تمكّن العلماء العاملون في المرصد من تحديد بنية المصادر الراديويّة، بما فيها المجرّات البعيدة والأجرام المضيئة المسمّاة النجوم الزائفة.

الثقب الأسود

يعتقد العلماء أنّ بعض المناطق في الفضاء يسلّط جاذبيّة قويّة جدّاً بحيث يعمل كمكانس كهربائيّة عملاقة تسحب أيّ مادة تقترب منها. وتُسحق المادّة – سواء كانت مذنّباً أو كوكباً أو سحابة من الغاز – إلى كثافة لامتناهية وتختفي إلى الأبد. وتكون قوّة الجاذبيّة قويّة جدّاً حتّى أنّها تسحب الزمن والحيّز، فتُبطىء الزمن وتمدّد الحيّز. ولا يمكن حتى للضوء الافلات من قوّة الجذب الهائلة التي تسلّطها هذه المناطق، فتكون بالتالي سوداء وغير مرئيّة. وقد أطلق الفيزيائيّ الأميركيّ جون ويلر اسم الثقوب السوداء على هذه الفراغات أو الفجوات الداكنة الملتهمة للمادّة.



البرق في الفجوة السوداء، كما صوّرتها إحدى المركبات الفضائية

تبدو الثقوب السوداء أقرب إلى الخيال العلميّ منها إلى الواقع. والحقيقة هي أنّ فكرة الثقوب السوداء وُلدت في خيال الفيزيائيّين النظريّين، ولم تُثبت صحّتها إلى الآن باكتشاف حاسم لثقب أسود فعليّ. ولكن منذ سنة ١٩١٥، عندما وضع ألبرت أينشتاين نظريّته حول النسبيّة، عرف العلماء بامكانيّة وجود الثقوب السوداء.

أثبتت نظريّة أينشتاين أنّه في حال أصبحت الجاذبيّة قويّة بشكل كافٍ، فإنّها تجرّد الضوء من كلّ طاقته، وتحتجزه مثلما تحتجز جوّ الكواكب. ولكن، لكي تكون الجاذبيّة بهذه القوّة يجب أن يكون مصدرها جسماً شديد الكثافة، أي أن يكون ذا كتلة كبيرة جدّاً مضغوطة في حيّز صغير جدّاً. في سنة ١٩١٦، حسب الفلكيّ الألمانيّ كارل شفارشيلد درجة الانضغاط التي يجب أن يبلغها النجم لكي تحتجز جاذبيّته الضوء. ووفقاً لحسابات شفارشيلد، يجب أن ينكمش نجم بحجم الشمس (بقطر ١,٣٩٢,٠٠٠ كيلومتر) بحيث يصبح قطره أقلّ من ٣ كيلومترات حتى يتمكن من احتجاز الضوء.

في سنة ١٩٣٩، اكتشف الفلكيّان الأميركيّان ج. روبرت أوبنهايمر وهارتلاند س. سنايدر أنّه يمكن لنجوم أكبر من الشمس بكثير أن تصبح بمثل هذا الحجم الصغير. وتبقى النجوم طوال القسم الأكبر من حياتها في حجم ثابت لأنّها تشهد توازناً في القوى: تقوم الحرارة التي يولّدها احتراق الوقود بتمديد النجم باتجاه الخارج، فيما تجذبه قوّة الجاذبيّة باتجاه المركز. وفي مآل الأمر، وبعد مرور بلايين السنين، يستنفد النجم وقوده النوويّ، وينهار تحت وزنه الخاصّ. وقد أثبت أوبنهايمر وسنايدر أنّه عندما تكون كتلة النجم أكبر من ٣,٢ أضعاف كتلة الشمس، لا شيء يمكنه إيقاف الانهيار.

ويقول العلماء إنّ المجرّة التي توجد فيها الأرض – مجرّة درب اللبّانة – تشتمل ربما على ١٠٠ مليون ثقب أسود من مخلّفات النجوم المتداعية. وفي سنة ١٩٩٠، حصل التلسكوب اللاسلكيّ المعروف بـ«المجموعة الكبيرة جدّاً» (في ولاية نيو مكسيكو الأميركيّة) على صور مفصّلة لمركز درب اللبّانة تُظهر انفجارات هائلة من الطاقة. ويعتقد بعض العلماء أنّ هذا يؤكّد وجود ثقب أسود في مركز درب اللبّانة، له كتلة تفوق كتلة الشمس بأربعة ملايين ضعف. ووجد العلماء الذين استعملوا تلسكوب هابل الفضائيّ في سنة ١٩٩٢، علامات مشجّعة على وجود ثقب أسود، له كتلة تفوق كتلة الشمس بثلاثة ملايين ضعف، في مجرّة قريبة.

ونظراً إلى أنّ الثقوب السوداء هي أجرام غير مرئيّة، فإنّ الفلكيين يحاولون تعيين مواقعها بمراقبة تأثيراتها. فالمادّة التي تتحرّك ملتفّةً كالدوّامة باتجاه مركز الثقب الأسود لا بدّ أن تطلق أشعّة سينيّة سريعة التذبذب وقابلة للكشف. وفي سنة ١٩٦٥، شاهد عدد من الفلكيين ابتعاثات قويّة من الأشعّة السينيّة تنطلق من كوكبة الدجاجة، على مسافة ١٠,٠٠٠ سنة ضوئيّة تقريباً. وفي سنة ١٩٧١، حدّد أوّل قمر اصطناعيّ في العالم لكشف الأشعّة السينيّة مصدر هذه الأشعّة السينيّة، وهو جسم غير مرئيّ ذو كتلة كبيرة جدّاً أطلق عليه الفلكيون اسم الدجاجة Cygnus X-1. وقد يكون هذا الجرم أوّل ثقب أسود تمّ التعرّف إليه.

الفجوة السوداء في مركز المجرّة M87، كما صوّرها تلسكوب هابل



المجرّة



المجرّة الزرقاء

المجرّة نظام من النجوم والغبار والغاز المتماسكة بفضل الجاذبيّة. وتتبعثر المجرّات في أنحاء الكون. يتراوح قطر المجرّات بين بضعة آلاف السنوات الضوئيّة ونصف مليون سنة ضوئيّة. والسنة الضوئيّة هي المسافة التي يقطعها الضوء في سنة واحدة؛ أي حوالى ٩,٤٦ ترليون كيلومتر. وتحتوي المجرّات الكبيرة على أكثر من ترليون نجم، فيما تحتوي المجرّات الصغيرة على أقلّ من بليون نجم بقليل.

صوّر الفلكيّون ملايين المجرّات بواسطة التلسكوبات. ويقدّرون أنّ هنالك حوالى ١٠٠ بليون مجرّة في الكون المعروف.

يقع النظام الشمسيّ في مجرّة تُدعى درب اللبّانة، في وسط المسافة بين مركز هذه المجرّة وطرفها. ولا يمكن رؤية سوى ثلاث مجرّات فقط غير درب اللبّانة من الأرض من دون استخدام التلسكوب. وتبدو هذه المجرّات كبقع ضوئيّة صغيرة وضبابيّة. ويمكن أن يرى الناس في نصف الكرة الشماليّ مجرّة أندروميدا The Andromeda Galaxy، التي تبعد عنّا مليونَي سنة ضوئيّة تقريباً. ويمكن أن يرى الناس في نصف الكرة الجنوبيّ، السحابتين الماجيلّانيّتين الكبرى والصغرى، اللتين تبعدان عنّا نحو ١٦٠,٠٠٠ و١٨٠,٠٠٠ سنة ضوئيّة.

تتوزّع المجرّات في الكون على نحو غير منتظم. ويوجد بعض المجرّات بمفرده في الفضاء، لكنّ معظمها يتجمّع في مجموعات مجريّة. ويتراوح حجم هذه المجموعات بين بضع عشرات المجرّات وعدّة آلاف منها.

أنواع المجرّات

هنالك نوعان رئيسيّان من المجرّات: المجرّات اللولبيّة والمجرّات الإهليلجيّة. وللمجرّة اللولبيّة شكل قرص يحمل انتفاخاً في مركزه. ويشبه القرص دولاب هواء، له أذرع لولبيّة ساطعة تنبسط من الانتفاخ المركزيّ. وتنتمي درب اللبّانة إلى هذا النوع من المجرّات. أمّا المجرّات الإهليلجيّة فتتراوح من حيث الشكل بين كرات شبه تامّة وكرات مفلطحة. ويكون الضوء المنبعث من المجرّة الإهليلجيّة في أقصى سطوعه في مركز المجرّة، ويخفّ تدريجيّاً مع الإبتعاد عن المركز.

تدور جميع المجرّات اللولبيّة. وقد يدور أيضاً بعض المجرّات الإهليلجيّة، ولكن ببطء أكثر من المجرّات اللولبيّة. وتُظهر المشاهدات أنّ نجوماً جديدة تتكوّن باستمرار من الغاز والغبار الموجودَين في المجرّات اللولبيّة. وتحتوي المجرّات الإهليلجيّة على كميّة من الغبار والغاز أقلّ، إلى حدّ بعيد، من الكميّة الموجودة في المجرّات اللولبيّة، لذلك فإنّها لا تشهد تكوين نجوم جديدة.

دراسة المجرّات

تطلق المجرّات أشكالاً عدّة من الإشعاع، منها الأنواع الرئيسيّة من الموجات الكهرمغنطيسيّة. وهذه الموجات هي من أطولها إلى أقصرها: الموجات الإشعاعيّة (الراديّة)، والموجات تحت الحمراء، والضوء المرئيّ، والأشعّة فوق البنفسجيّة، والأشعّة السينيّة (أشعة إكس)، وأشعّة جاما. ويدرس الفلكيّون هذا الإشعاع بواسطة تلسكوبات بصريّة ولاسلكيّة وأدوات أخرى. ويقدّر الفلكيّون بُعد المجرّة وحركتها بقياس الزحزحة الحمراء في طيفها. والزحزحة الحمراء هي استطالة ظاهريّة للموجات الكهرمغنطيسيّة التي يبثّها جسم يبتعد عن الأرض. ويمكن رؤية الزحزحة الحمراء عندما ينقسم الضوء الصادر عن المجرّة إلى شريط من الألوان، يُعرف بالطيف. وتزيح الخطوط من ألوان معيّنة باتّجاه الطرف الأحمر للطيف، إذا كانت المجرّة تبتعد عن الأرض.

وتبدو جميع المجرّات وكأنّها تبتعد عن الأرض. وتبدو المجرّات الأبعد عن الأرض وكأنّها تبتعد بسرعة أكبر. ويفسّر العلماء هذه المشاهدات كدليل على تمدّد الكون.

وقد تقدّم العلماء بعدد من النظريّات حول منشأ المجرّات. وفي نظريّة الإنفجار الكبير Big Bang، يُعتقد أنّ كتلاً من الغاز تكثّفت، بعدما بدأ الكون بالتمدّد بقليل، منذ بلايين السنين. وقد ضغطت الجاذبيّة هذه الكتل ببطء فشكّلت المجرّات. ولم تتكوّن منذ ذلك الوقت أيّة مجرّات جديدة، أو تكوّن منها عدد قليل جدّاً. وتقول نظريّة أخرى، تدعى نظريّة الحالة المطّردة، إنّ مجرّات جديدة تتكوّن بشكل مستمرّ مع ابتعاد المجرّات القديمة الواحدة عن الأخرى.

الضوء / قياس الضوء

يقيس العلماء أطوال موجات الضوء بمجموعة متنوّعة من الوحدات المتريّة. ومن الوحدات الشائعة الاستعمال، الجزء من بليون من المتر. وتتراوح الأطوال الموجيّة في طيف الضوء المرئيّ من حوالى ٤٠٠ جزء من بليون من المتر للبنفسجيّ الداكن إلى حوالى ٧٠٠ جزء من بليون من المتر للأحمر الغامق.

ويساوي تردّد أيّة موجة نسبة سرعة الموجة إلى طولها الموجيّ. وتُقاس التردّدات بوحدات تُعرف بالهرتز. ويكون للموجة تردّد من هرتز واحد، إذا قطعت ذرْوة موجة واحدة نقطة معيّنة كلّ ثانية؛ ويكون للموجة تردّد من ١٠٠ هرتز، إذا قطعت ١٠٠ نقطة محدّدة كلّ ثانية. وينتقل الضوء في الفراغ بسرعة ٣٠٠ مليون متر في الثانية تقريباً. ونظراً إلى أنّ للضوء المرئيّ طولاً موجيّاً قصيراً وسرعة مرتفعة، فإنّ تردّده مرتفع جدّاً. فعلى سبيل المثال، يبلغ تردّد الضوء البنفسجيّ ٧٥٠ ترليون هرتز.

سطوع الضوء

يستعمل العلماء وحدات مختلفة لقياس سطوع مصدر الضوء وكميّة الطاقة في حزمة من الضوء مقبلة من ذلك المصدر.

تُعرف كميّة الضوء التي يولّدها أيّ مصدر للضوء بشدّة ضيائيّة ذلك المصدر. والوحدة المعياريّة المستعملة لقياس شدّة الضيائيّة هي الشمعة. ولسنين عدّة، استُعملت شدّة الضيائيّة الناتجة عن شمعة من حجم معيّن، مصنوعة من زيت العنبر (نوع من زيت الحيتان)، كمعيار لهذه الوحدة. إلّا أنّ تلك الشمعة المصنوعة من زيت العنبر لم تشكّل معياراً سهل الإستعمال لقياس الضوء. وتُحدَّد اليوم الشمعة بأنّها كميّة الضوء التي يطلقها مصدر يبثّ بتردّد محدَّد (٥٤٠,٠٠٠,٠٠٠,٠٠٠,٠٠٠ هرتز) وبشدّة محدَّدة (١/٦٨٣ واط في وحدة مساحة تدعى الزاوية نصف القطريّة المجسّمة).

ولا تبيّن شدّة مصدر الضوء بالشمعات مدى سطوع الضوء، عند وصوله إلى سطح جسم معيّن ككتاب أو طاولة مثلاً. وقبل أن نتمكّن من قياس الإضاءة (الضوء الساقط على سطح معيّن)، يجب أن نقيس الضوء الذي يقطع الفضاء بين المصدر والجسم الذي يسقط عليه. ويمكننا قياس الشعاع الضوئيّ بوحدة تُعرف بـ«اللومن»[1] Lumen. ولمعرفة كيفيّة قياس اللومن، تصوّر مصدراً للضوء موضوعاً في مركز كرة فارغة. وعلى السطح الداخليّ للكرة، تُحدَّد منطقة مساوية لمربّع شعاع الكرة. فعلى سبيل المثال، إذا كان طول الشعاع ٣٠ سنتيمتراً، تكون مساحة المنطقة المحدَّدة ٣٠ سنتيمتراً مربعاً. وإذا كانت الشدّة الضيائيّة لمصدر ضوء معيّن مساوية لشمعة واحدة، تتلقّى المنطقة المحدَّدة تدفّقاً ضوئيّاً (نسبة الضوء الساقطة عليه) من لومن واحد.

في نظام القياس المعتاد، يقيس المهندسون الإضاءة بوحدة تُعرف بالقدم شمعة. وتنتج إضاءة من قدم شمعة واحد عن لومن واحد من الضوء يشعّ على مساحة من قدم مربّع واحد. ويستعمل النظام المتريّ وحدة تُعرف بـ«اللّكس»[2] Lux. وتنتج إضاءة من لكس واحد عن لومن واحد من الضوء يسقط على مساحة من متر مربّع واحد.

وتتغيّر شدّة الضوء الساقط على سطح معيّن عكسيّاً مع مربّع المسافة بين المصدر والسطح. أي إنّه عندما تزيد المسافة، تخفّ الإضاءة بمربّع المسافة.

وتُعرف هذه العلاقة بقانون التربيع العكسيّ. إذا نُقل سطح، يتلقّى لكساً واحداً من الضوء من مسافة متر واحد عن المصدر إلى مسافة مترين، فسوف يتلقّى السطح ١/٤ لكس (١/٢ مربّع) من الضوء. ويحدث هذا لأنّ الضوء ينتشر من مصدره.

سرعة الضوء

قد يبدو أنّ الضوء يقطع الغرفة لحظة رفع ستار النافذة، لكنّه يحتاج في الواقع إلى بعض الوقت ليقطع أيّة مسافة كانت. وتبلغ سرعة الضوء في الفضاء الفارغ – حيث لا تعيق الذرّات سيره – ٢٩٩,٧٩٢ كيلومتراً في الثانية. ويُقال إنّ هذه السرعة هي ثابتة لأنّها لا تتوقّف على حركة مصدر الضوء. فعلى سبيل المثال، إنّ الضوء الذي يُطلقه مصباح كهربائيّ يتحرّك بسرعة، يسير بالسرعة نفسها التي يسير بها الضوء الذي يطلقه مصباح كهربائيّ غير متحرّك؛ ولا يعرف العلماء سبب هذه الظاهرة، لكنّها إحدى ركائز نظريّة النسبيّة التي جاء بها أينشتاين.

منذ أقدم العصور، والناس يتناقشون في ما إذا كان الضوء محدوداً أو غير محدود. وفي أوائل القرن السابع عشر، أجرى الفيزيائيّ الإيطاليّ جاليليو تجربة لقياس سرعة الضوء وإنهاء الجدل. فأرسل جاليليو

(١) اللومن: وحدة لقياس تدفّق الضوء.

(٢) اللكس: وحدة إضاءة تعادل لوماً واحداً في المتر المربّع.

مساعده إلى تلّة بعيدة، وأوصاه بفتح مصراع مصباح يحمله، ما أن يرى جاليليو الواقف على تلّة أخرى يفتح مصراع مصباحه. واعتبر جاليليو أنّه، نظراً إلى كونه يعرف المسافة التي تفصل بين التلّتين، فسيتمكن من إيجاد سرعة الضوء بقياس الوقت المنصرم بين فتح مصراع مصباحه ورؤيته ضوء المصباح الثاني. كان تفكير جاليليو سليماً، لكنّ التجربة فشلت. فسرعة الضوء كبيرة جدّاً، بحيث أنّه لم يستطع قياس الوقت القصير الذي استغرقته العمليّة.

حوالى سنة ١٦٧٥، وجد الفلكيّ الدانماركيّ أولاوس رومر دليلاً يثبت أنّ الضوء يسير بسرعة محدودة. فأثناء عمله في باريس، لاحظ أنّ الفترات بين اختفاء بعض أقمار المشتري وراء الكوكب، تتغيّر مع تغيّر المسافة بين المشتري والأرض. وبالتالي، فقد أدرك رومر أنّ سرعة الضوء المحدودة هي السبب في تغيّر الفترات. وأظهرت مشاهدات رومر أنّ الضوء يسير بسرعة ٢٢٦,٠٠٠ كيلومتر في الثانية. ويبتعد هذا الرقم بنسبة ٢٥٪ عن السرعة الحقيقيّة.

وفي سنة ١٩٢٦، أجرى الفيزيائيّ الأميركيّ ألبرت أ. ميتشلسون أحد أولى القياسات الدقيقة لسرعة الضوء. فاستعمل مرآة سريعة الدوران تعكس شعاعاً ضوئيّاً إلى عاكسة بعيدة. ثمّ تعكس المرآة الدوّارة من جديد الشعاع باتجاه المراقب. وقد ضبط ميتشلسون سرعة دوران المرآة، بحيث تدور المرآة إلى الزاوية المطلوبة خلال الوقت الذي يحتاجه الضوء للوصول إلى العاكسة، ثمّ العودة. وبالتالي، فقد أظهرت سرعة المرآة سرعة الضوء. وقد استعمل ميتشلسون في الحقيقة عدّة مرايا على اسطوانة، بحيث تكون الزاوية التي تقطعها الإسطوانة خلال ذهاب الضوء وإيابه، صغيرةً. ووجد ميتشلسون أنّ سرعة الضوء تساوي ٢٩٩,٧٩٦ كيلومتراً في الثانية. وكان لهذا القياس مجال محتمل للخطأ، لا يتجاوز ٤ كيلومترات في الثانية.



سرعة الضوء

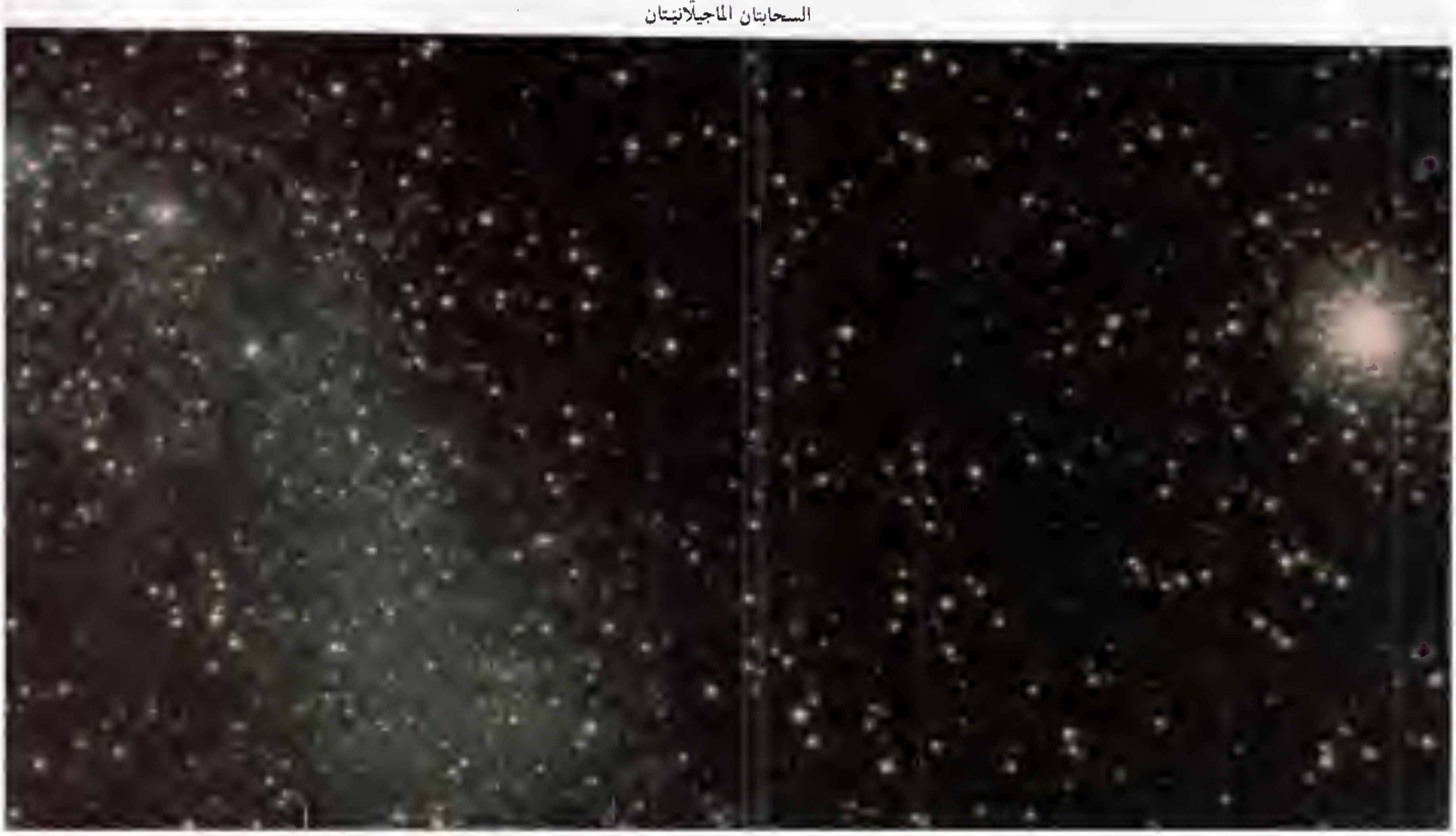
السحابتان الماجيلّانيّتان

السحابتان الماجيلّانيّتان هما مجرّتان تظهران في سماء نصف الكرة الجنوبيّ كبقعتين صغيرتين وضبابيّتين من الضوء. وهما أقرب مجرّتين إلى درب اللبّانة، المجرّة التي تحتوي على الشمس والأرض وباقي نظامنا الشمسيّ. وتبعد السحابة الماجيلّانيّة الكبرى حوالى ١٦٠,٠٠٠ سنة ضوئيّة عن الأرض، فيما تبعد السحابة الماجيلّانيّة الصغرى حوالى ١٨٠,٠٠٠ سنة ضوئيّة. والسنة الضوئيّة هي المسافة التي يقطعها الضوء في سنة واحدة – حوالى ٩,٤٦ ترليون كيلومتر.

ويصنّف الفلكيّون السحابتين الماجيلّانيّتين كمجرّتين غير منتظمتين لأنّ توزيع النجوم فيهما لا يتبع نمطاً محدّداً. وتحتوي السحابتان الماجيلّانيّتان على بلايين النجوم، ولكن لا يمكن تمييز النجوم المنفردة إلّا بأقوى التلسكوبات. وبالتالي فإنّ المجرّتين تبدوان ضبابيّتين بالعين المجرّدة. وتحتوي السحابتان الماجيلّانيّتان أيضاً على كميّة هائلة من الغاز. وتتكوّن نجوم جديدة بشكل متواصل من هذا الغاز، الذي يتألّف بشكل رئيسيّ من الهيدروجين. وإضافة إلى ذلك، فإنّ قسماً كبيراً من الضوء القادم من السحابتين الماجيلّانيّتين يصدر من نجوم زرقاء حارّة شديدة الضيائيّة وحديثة التكوين، تحيط بها غيوم متوهّجة من الغاز.

ونظراً إلى أنّه لا يمكن رؤية السحابتين الماجيلّانيّتين إلّا في نصف الكرة الجنوبيّ، فقد ظلّت هاتان المجرّتان مجهولتين لدى الفلكيّين، في نصف الكرة الشماليّ. وقد شوهدت المجرّتان للمرة الأولى، في أوائل القرن السادس عشر، خلال رحلة المستكشف البرتغالي فرديناند ماجيلّان حول العالم، وقد أعطيتا اسمه. ولكنّ الفلكيّين لم يكتشفوا أنّ السحابتين هما في الواقع مجرّتان خارج درب اللبّانة إلّا في أوائل القرن العشرين.

السحابتان الماجيلّانيّتان





السديم

السديم سحابة من الغبار والغازات منتشرة في الفضاء. وقد استعمل الفلكيون القدامى هذا التعبير أيضاً لوصف المجرات البعيدة، غير المجرة التي توجد فيها الأرض (مجرة درب اللبانة). وقد بدت لهم هذه المجرات المعروفة بـ«السُدُم خارج المجرة» كبقع ضوئية ضبابية موزّعة بين النجوم. لكنّ التلسكوبات الحديثة أظهرت أنّ السدم خارج المجرة هي في الواقع أنظمة من النجوم شبيهة بدرب اللبانة.

ويستعمل معظم الفلكيين اليوم تعبير سدم لسُحُب الغبار والغاز الموجودة في درب اللبانة وغيرها من المجرات. ويصنّفون هذه الكتل في نوعين أساسيين: السدم المنتشرة والسدم الكوكبية. ويُعرف أيضاً كلا النوعين بالسدم الغازية.

السدم المنتشرة

السدم المنتشرة هي أكبر النوعين. ويحتوي بعض السدم المنتشرة على ما يكفي من الغبار والغازات لتكوين حتى ١٠٠,٠٠٠ نجم بحجم الشمس.

ويمكن أن يظهر السديم المنتشر قرب نجم شديد السطوع والحرارة. فالأشعة تحت البنفسجية القوية التي يطلقها النجم، تزوّد ذرات الغاز في السديم بالطاقة، وتسمح للكتلة بإشعاع الضوء. ويُعرف السديم المنتشر من هذا النوع بالسديم الإبتعاثي.

ويعتقد الفلكيون أنّ بعض السدم الإبتعاثية هو أماكن تتكوّن فيها النجوم الجديدة. يتؤدّي قوّة الجاذبية إلى انقباض جزء من غبار السديم وغازاته إلى كتلة أصغر، وأكثر كثافة. فيرتفع الضغط ودرجة الحرارة تدريجياً داخل كتلة الغبار والغازات مع استمرار الإنقباض طوال ملايين السنين. ومع الوقت، تصبح الكتلة ساخنة جدّاً بحيث تشعّ، وتشكّل نجماً جديداً.

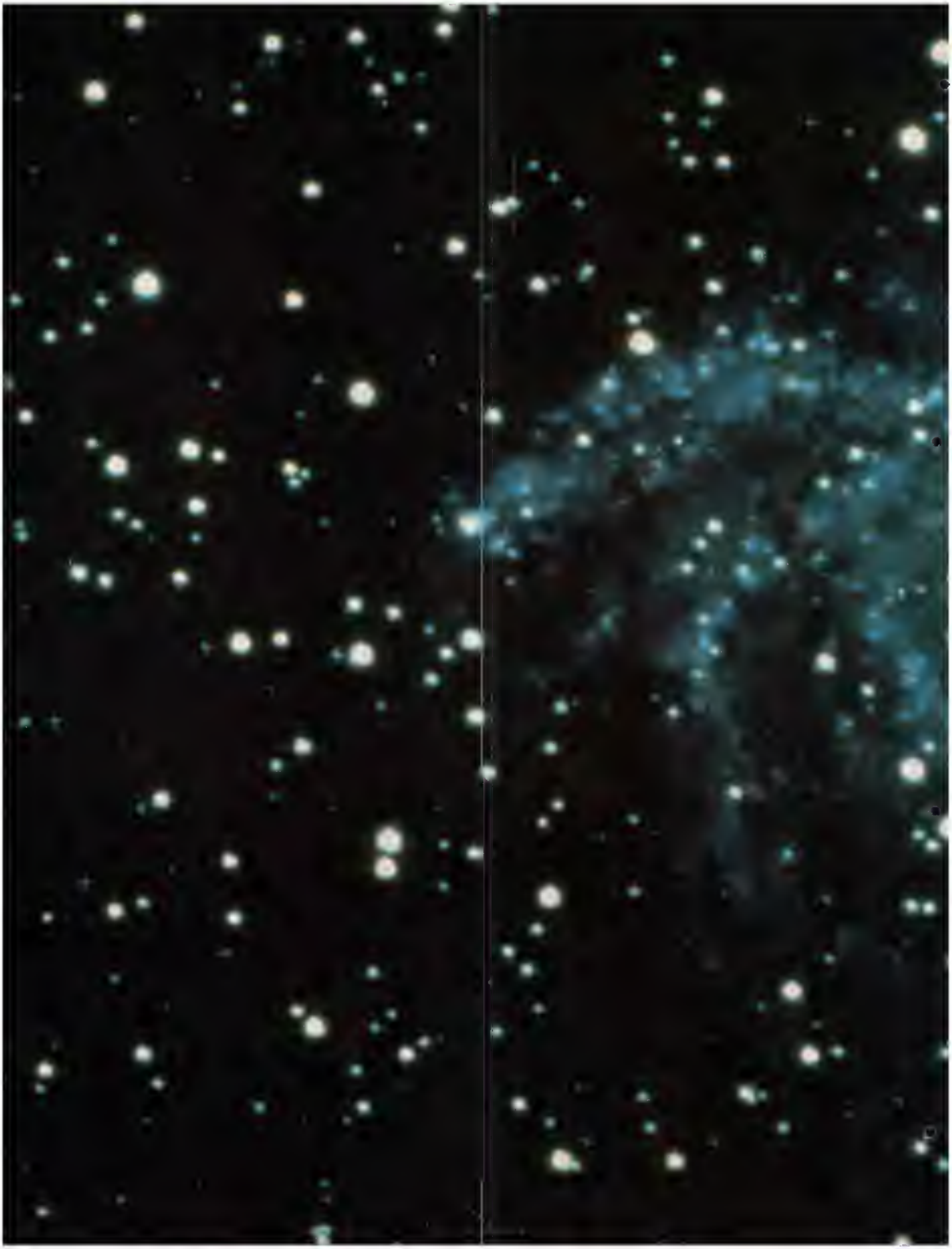
ويمكن أن يوجد أيضاً السديم المنتشر قرب نجم بارد. وفي هذه الحالة، يكون الإشعاع تحت البنفسجيّ المنطلق من النجم ضعيفاً جدّاً، فلا يتمكّن من جعل ذرات غاز السديم تطلق الضوء. لكن جسيمات الغبار في السديم المنتشر تعكس ضوء النجوم. ويطلق الفلكيون على هذا النوع من السدم المنتشرة اسم السديم العاكس.

وإذا وُجد سديم منتشر في منطقة لا تحتوي على نجوم قريبة، فهو لا يطلق أو يعكس ما يكفي من الضوء ليكون مرئيّاً. وتحجب، في الواقع، جسيمات الغبار فيه الضوء الصادر عن النجوم خلفها. ويطلق الفلكيون على هذا النوع من السدم المنتشرة اسم السديم المظلم.

السدم الكوكبيّة

السدم الكوكبيّة هي سحب من الغبار والغازات شبيهة بالكرات تحيط ببعض النجوم. وتتكوّن هذه السدم عندما يبدأ النجم بالإنهيار والتخلّص من طبقات جوّه الخارجية. وعندما يُنظر إلى هذا النوع من السدم بواسطة تلسكوب صغير، يبدو السديم وكأنّ له سطحاً مدوّراً مستوياً مثل سطح الكوكب.

السديم Nebula سحابة من الغبار والغازات، كما صوّرها تلسكوب هابل



مجرّة درب اللبّانة

درب اللبّانة هي تجمّع النجوم الاسطواني الشكل والهائل الحجم، أي المجرّة، الذي يضمّ الشمس والنظام الشمسيّ. إستمدّ اسم المجرّة من كونها تظهر في هيئة شريط باهت اللمعان يمتدّ في سماء ليل الأرض. هذا الشريط هو الاسطوانة التي يقع فيها النظام الشمسيّ. ويأتي مظهرها الضبابيّ من مجموع الضوء الذي تطلقه النجوم البعيدة التي تتعذّر رؤيتها على نحو فردي بالعين المجرّدة. أمّا النجوم التي يمكن تمييزها في السماء فهي تلك القريبة بما فيه الكفاية من النظام الشمسيّ لبصير في الإمكان تمييزها على نحو فرديّ.

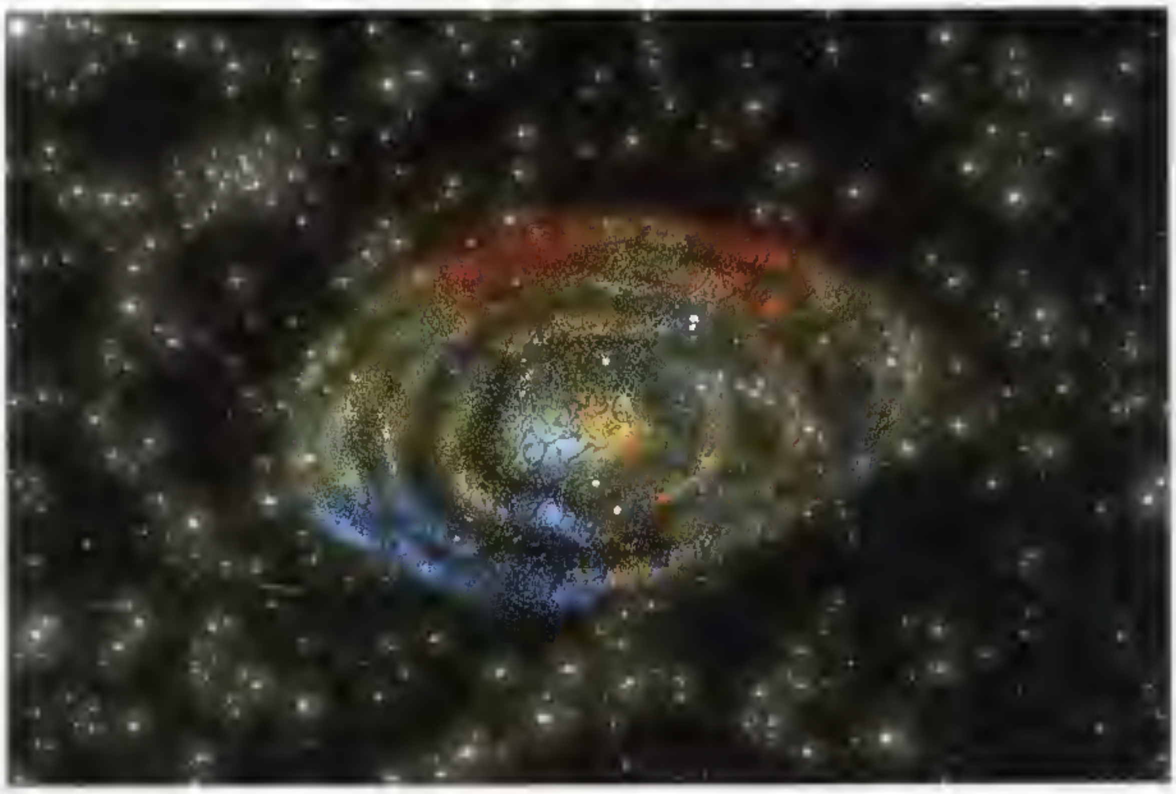
إنّ أفضل الأوقات لرؤية درب اللبّانة من المناطق المعتدلة الواقعة في نصف الكرة الشماليّ هي ليالي الصيف الصافية التي يغيب فيها القمر. وتبدو المجرّة في تلك الليالي كشريط مضيء غير متناسق يلفّ السماء من الأفق الشماليّ الشرقيّ إلى الأفق الجنوبيّ الشرقيّ. ويمتدّ هذا الشريط المضيء عبر كوكبات فرساوس وذات الكرسيّ والملتهب. في منطقة كوكبة صليب الشمال تنقسم المجرّة إلى مجريين: المجرى الغربيّ الذي يكون ساطعاً عند مروره بكوكبة صليب الشمال ثم يبهت قرب كوكبة أفيوقس، أو حامل الحيّة، بسبب وجود غيوم كثيفة من الغبار، ثمّ يعود فيظهر مجدّداً في كوكبة العقرب؛ والمجرى الشرقيّ الذي يزداد لمعانه عند مروره في اتّجاه الجنوب عبر كوكبتَي Scutum والقوس والرامي. يمتدّ الجزء الأكثر لمعاناً في درب اللبّانة من Scutum إلى العقرب مروراً بالقوس والرامي. يقع مركز المجرّة في اتّجاه القوس والرامي على بعد حوالى ٢٦،٠٠٠ سنة ضوئيّة من الشمس.

البنية

درب اللبّانة مجرّة لولبيّة ضخمة لها أذرع لولبيّة عدّة تلتفّ حول نتوء مركزيّ بسماكة ١٠،٠٠٠ سنة ضوئيّة. تكون النجوم الواقعة في النتوء المركزيّ أقرب من بعضها البعض ممّا هي عليه النجوم الواقعة في الأذرع حيث نجد عدداً أكبر من غيوم الغبار والغاز البينجميّة. يبلغ قطر الاسطوانة حوالى ١٠٠،٠٠٠ سنة ضوئيّة، وتحوط بها غيمة أكبر منها مؤلّفة من غاز الهيدروجين معوجّة وملتوية عند أطرافها في شكل أنصاف دوائر، وتحوط بهذه الغيمة هالة ذو شكل شبيه بالكرة أو متسطّح نوعاً ما تحوي الكثير من مجموعات النجوم الكروية المنفصلة التي تقع في معظمها فوق الاسطوانة أو تحتها. قد تكون هذه الهالة أوسع مرّتين أو أكثر من الاسطوانة في حدّ ذاتها. إضافة إلى ذلك، تشير الدراسات التي أجريت على الحركات المجرّية إلى أنّ نظام درب اللبّانة يحتوي على كمّية من المادّة تفوق كثيراً ما تشكّله الاسطوانة المعروفة ومجموعات النجوم الملازمة لها – كتلة أكبر بـ ٢٠٠ مليار مرّة ممّا تحويه الشمس. لذلك قدّر العلماء أنّ يكون نظام درب اللبّانة المعروف



صورة لدرب اللبّانة، كما أُخذت بواسطة المركبات الفضائيّة



مشهد آخر لدرب اللبّانة ونلاحظ، في الوسط، الاسطوانة التي يقع فيها النظام الشمسيّ.
يوجد نحو ١٠٠ مليار مجرّة، تضمّ كلّ منها ١٠٠ مليار نجم تقريباً.

محوطاً بدوره بإكليل أكبر من المادّة غير المكتشفة.

أنواع النجوم

تضمّ درب اللبّانة نجوماً من النوع I وهي نجوم زرقاء ساطعة وأخرى من النوع II وهي نجوم حمراء عملاقة. يتألّف مركز درب اللبّانة والهالة المحيطة بها من نجوم من النوع II. يحتجب القسم الأكبر من هذه المنطقة وراء غيوم من الغبار تحول دون الرصد البصريّ. وقد تمّ تسجيل الإشعاع الصادر عن المنطقة المركزيّة باستعمال أجهزة خاصّة كالخلايا الكهربائيّة الضوئيّة ومرشّحات الأشعة تحت الحمراء والتلسكوبات اللاسلكيّة. تشير هذه الدراسات إلى وجود أجسام كثيفة متراصّة قرب مركز المجرّة قد تكون بقايا انفجار نجميّ أو فجوة سوداء كبيرة. وتحوط بالمنطقة المركزيّة اسطوانة مسطّحة إلى حدّ ما تضمّ نجوماً من كلا النوعين I وII؛ أكثر النجوم سطوعاً في الفئة I هي نجوم عملاقة زرقاء نيّرة. تشكّل الأذرع اللولبيّة جزءاً لا يتجزّأ من الاسطوانة وهي تخرج من جانبَي المنطقة المركزيّة. تضمّ هذه الأذرع نجوماً تنتمي في معظمها إلى النوع I إضافة إلى كمّية كبيرة من الغبار والغاز البينجميين. تمرّ إحدى هذه الأذرع قرب الشمس وتضمّ السديم الهائل في كوكبة الجبّار.

الدوران

تدور درب اللبّانة حول محور يصل قطبَي المجرّة. إذا ما نظرنا إلى المجرّة من القطب المجرّي الشماليّ نجد أنّ دوران درب اللبّانة يجري في اتّجاه عقارب الساعة وأنّ الأذرع اللولبيّة تتبعها في الإتّجاه نفسه. تتضاءل مدّة الدوران مع الإبتعاد عن مركز النظام المجرّي. في جوار النظام الشمسيّ تتجاوز مدّة الدوران ٢٠٠ مليار سنة وتبلغ سرعة النظام الشمسيّ الناتجة من دوران المجرّة حوالى ٢٧٠ كم/الثانية.

النجم

إعتقد الناس في العصور القديمة أنّ النجوم هي أنوار صغيرة جدّاً، في الجهة الداخلية من كرة مجوّفة ضخمة. وقد اخترعوا قصصاً حولها، وأطلقوا أسماء على الأشكال التي رأوها في السماء ليلة بعد ليلة، وسنة بعد سنة. ولم تبدأ طبيعة الكون الحقيقيّة بالإنكشاف إلّا مع ولادة علم الفلك الحديث.

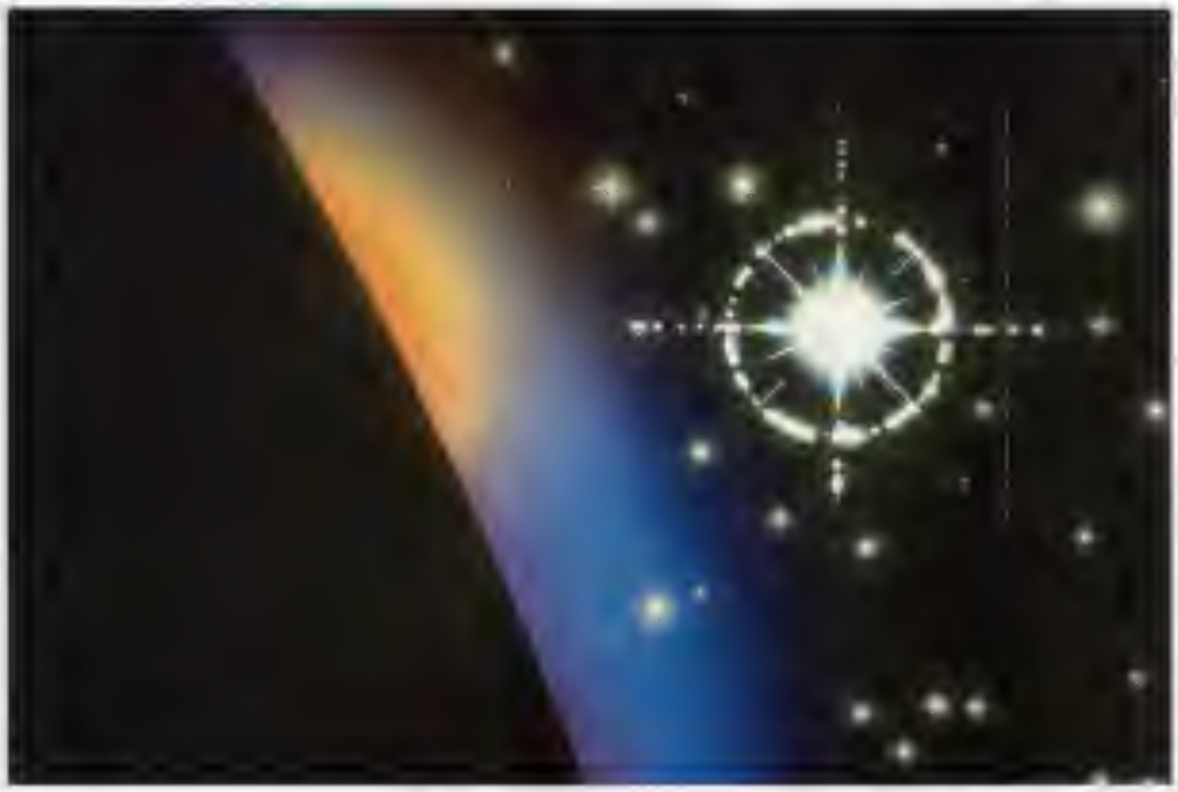
ولا يستطيع العلماء إلى اليوم أن يجزموا بشكل قاطع حول طبيعة النجوم. لكنّهم يعرفون الكثير من الحقائق حول هذه الأعداد الهائلة من النجوم التي تنتمي إليها شمسنا، الشمس التي تنير الأرض وتُدفئها.

والشمس هي النجم الذي نتوفّر لنا حوله أكبر كميّة من المعلومات. فهي مركز نظامنا الشمسيّ، وأرضنا تدور حولها. لكنّ الشمس ليست سوى نجم واحد من بلايين النجوم التي يشتمل عليها الكون، ونظامنا الشمسيّ ليس سوى جزء صغير من المجرّة الهائلة التي نطلق عليها اسم درب اللبّانة. ويمكن رؤية عدد كبير من المجرّات الأخرى عند استعمال التلسكوب.

طبيعة النجوم

يتفق الفلكيّون عموماً على أنّ قطر معظم النجوم مساو تقريباً لقطر شمسنا. إلّا أنّ حجم بعض النجوم لا يتعدّى عُشر حجم الشمس، فيما يفوق حجم بعضها الآخر حجم شمسنا بمئة ضعف.

والنجوم هي في الحقيقة كرات ضخمة من الغازات المتوهّجة يتوقّف سطوعها على حجمها ودرجة حرارتها. وتشكّل هذه الكرات المتوهّجة محطّات هائلة لتوليد الطاقة النوويّة؛ ويُعتقد اليوم أنّ هذه الطاقة تُطلق بعمليّة شبيهة بالتفاعل النوويّ الحراريّ الذي يحدث في انفجار القنبلة الهيدروجينيّة. ويسمح علم الفيزياء الفلكيّة بتحديد مكوّنات النجم الكيميائيّة. وفي الكثير من النجوم، تكون جُسيمات أو ذرّات المادّة في الغاز شديدة التباعد بعضها عن بعض، بحيث يكون الغاز أقلّ كثافة من الهواء الذي نتنفّسه بأكثر من ألف ضعف. ولكن على رغم رقّة قوام المادّة التي تؤلّف النجوم، فإنّ النجم يحتوي على كميّة كبيرة جدّاً من المادّة تفوق كميّة المادّة الموجودة في الأرض ربما بمليون ضعف. ويحتوي النجم على الهيدروجين والأكسجين والنتروجين، وربما أيضاً على الحديد والكلسيوم وغيرهما من العناصر. في النجوم الأقلّ حرارة، قد تكون المادّة شبه سائلة، مثل الحديد الغالي في الفرن العالي. وفي بعض النجوم القديمة والباردة نسبيّاً، يمكن أن تكون المادّة شديدة التراص بحيث أنّ ٢,٥ سم³ منها قد يزن طنّاً. وتُعرف هذه النجوم بالنجوم الميتة أو المظلمة.



نجم فوق كوكب



نجوم في الفضاء

ويحدّد الفيزيائيّون الفلكيّون هذه الوقائع بواسطة المطياف. وتسمح لهم هذه الأداة بتحديد أنواع المادّة التي يحتوي عليها النجم، ودرجة حرارته من الضوء الذي يشعّه النجم. ولكن، كيف يعيّن الفلكيّون موقع النجوم الميتة التي لا تطلق أيّ ضوء؟ يُكشف وجود بعض هذه النجوم لأنّها تكون قرب نجوم ساطعة، وتُبقي قوّة الجاذبيّة النجمين في حركة دورانيّة فيدور أحدهما حول الآخر. واستناداً إلى حركة النجم الساطع، يحدّد الفلكيّون طبيعة النجم المظلم.

وفي بعض النجوم المزدوجة، أو الثنائيّة، يترجح النجم المظلم بانتظام أمام النجم الساطع فيقطع الضوء. ويُعرف هذا الزوج من النجوم باسم النجم المتغيّر، أو النجم الثنائيّ الإنكسافيّ. ويطلق بعض النجوم المظلمة أشعّة تحت الحمراء يمكن تصويرها.

عدد النجوم

لا يستطيع الفلكيّون سوى إعطاء تقدير فقط للعدد الإجماليّ للنجوم في الكون. وتقوم إحدى وسائل تقدير عدد النجوم على قياس كميّة الضوء والتأثيرات الأخرى الناتجة عن عدد معروف من النجوم، ومقارنتها مع التأثير الذي تعطيه السماء بأكملها. ويقول بعض الفلكيّين إنّ درب اللبّانة وحدها تحتوي على أكثر من ١٠٠ بليون نجم، وإنّ درب اللبّانة لا تتألّف إلّا من النجوم الأقرب إلينا. وتتجمّع النجوم في تكتّل هائل يُطلق عليه اسم المجرّة. ويُقدّر الفلكيّون أنّ هناك بلايين المجرّات الأخرى (التي تُعرف أيضاً بالسُدُم خارج المجرّة). وإذا كانت التقديرات غير



الغمامة المشعّة، وهي الأكبر بين الغمامات التي تحتوي غازات وغباراً، وعندما تكون بجوار نجم مستسعر، تلتقط الإشعاعات فوق البنفسجيّة،
وتشتعل الطاقة النوويّة الغازيّة التي تتحوّل إلى نجوم بحجم الشمس يفوق عددها ١٠٠,٠٠٠ نجم.
والغمامة المشعّة يمكن أن تتواجد ضمن مجرّة درب اللبّانة أو أيّ مجرّة أخرى.

الغمامة الغازيّة التي توجد ضمن مجرّة درب اللبّانة فقط، وهي على شكل كرة تحتوي غازات وغباراً.



بعيدة عن الحقيقة في ما يتعلّق بدرب اللبّانة، فهذا يعني أنّ عدد النجوم كبير إلى حدّ لا يمكن تصوّره.

بُعد النجوم

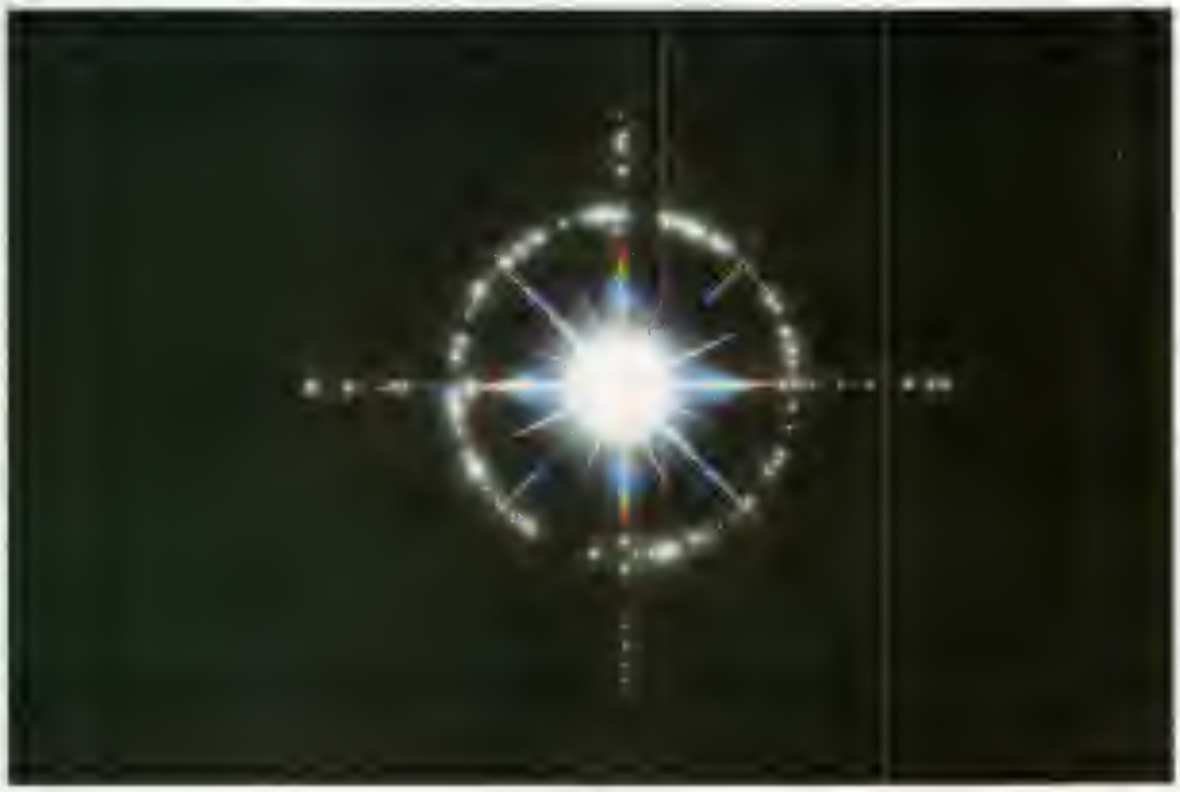
يقيس الفلكيّون المسافات الهائلة التي تفصلنا عن النجوم بالسنوات الضوئيّة. والسنة الضوئيّة هي المسافة التي يقطعها الضوء في سنة واحدة، وذلك بسرعة ٢٩٩,٧٩٦ كيلومتر في الثانية. وأقرب نجم مرئيّ من الأرض هو نجم الظُّلمان الرئيسيّ أو ألفا Alpha Centauri، الذي يمكن رؤيته في سماء نصف الكرة الجنوبيّ. ويبعد هذا النجم ٤ ١/٣ سنوات ضوئيّة عن الأرض. وتحتوي الكوكبة نفسها على نجم أصغر وربما أقرب إلينا، هو الظلمان القريب Proxima Centauri، الذي لا يمكن رؤيته إلّا بالتلسكوب. ويُعتقد أنّ عدداً لا يُحصى من المجرّات الأخرى تقع على مسافة مليون سنة ضوئيّة تقريباً الواحدة من الأخرى.

وتكون أغلبيّة النجوم بعيدة جدّاً عن الأرض بحيث أنّ موقعها لا يتغيّر ظاهريّاً حتى عند رصدها من نقطتين على جهتين متقابلتين من مدار الأرض، تبعد الواحدة عن الأخرى ٣٠٠ مليون كيلومتر. وفي التلسكوب، يزيح بعض النجوم القريبة قليلاً بين النجوم المجاورة لها عند رؤيتها من هاتين النقطتين. وتُعرف هذه الزحزحة باختلاف المنظر النجميّ السنويّ، وتُحسب على أساسها المسافات التي تفصل النجوم القريبة عن الأرض. وقد أجرى الفلكيّ الألمانيّ فريدريش و. بيسيل أوّل تحديد صحيح للمسافة استناداً إلى اختلاف المنظر سنة ١٨٣٨.

حركات النجوم

إذا نظرنا إلى النجوم، ثمّ نظرنا إليها ثانية بعد حوالى الساعة من الوقت، نرى أنّ جميع النجوم، باستثناء النجم القطبيّ، قد غيّرت مواقعها في السماء. وينتج هذا التغيير عن دوران الأرض حول محورها. وتبدو النجوم وكأنّها تدور في السماء من الشرق إلى الغرب، لأنّ الأرض تدور تحتها من الغرب إلى الشرق.

وفي ما عدا ذلك، تبدو النجوم دائماً في الموقع نفسه بالنسبة إلى بعضها البعض (باستثناء حركة اختلاف المنظر). ولهذا السبب، اعتقد القدماء أنّ معظم النجوم ثابت في السماء. ولم يستطيعوا رؤية سوى عدد قليل منها يتحرّك، فأطلقوا عليها اسم النجوم السيّارة. ولو كان كريستوف كولومبوس لا يزال حيّاً اليوم، لَمَا رأى أيّ تغيير يُذكر في موقع النجوم، منذ اليوم الذي وصل فيه إلى العالم الجديد.



نجم في الفضاء

لكنّ الاختبارات الدقيقة تُظهر أنّ النجوم تتحرّك بسرعات هائلة. وتسير شمسنا ونظامنا الشمسيّ في الفضاء باتّجاه كوكبة الجاثي بسرعة ١٩ كيلومتراً في الثانية تقريباً. وتُقاس حركة نجم ما نسبةً إلى خلفيّة النجوم، أو الكرة السماويّة، عن طريق تصحيح الحركة الظاهرة باعتبار حركة النظام الشمسيّ، ما يعطي حركة النجم الذاتيّة.

بعض النجوم المهمّة

الشِّعرى اليمانيّة هي أكثر النجوم لمعاناً على الإطلاق. ويساوي حجم هذا النجم ثلاثة أضعاف حجم الشمس، ويبعد حوالى ٩ سنوات ضوئيّة عن الأرض. ويمكن رؤية الشِّعرى اليمانيّة على أفضل نحو في شهر آذار، في سماء نصف الكرة الجنوبيّ.

في سنة ١٨٤٤، أعلن بيسيل أنّ للشِّعرى اليمانيّة نجماً مرافقاً لا يمكن رؤيته، وله نصف حجمها. ويسير هذا الزوج من النجوم باتّجاه الأرض بسرعة تصل إلى حوالى ٥٧٥ كيلومتراً في الدقيقة. ولم يكن تلسكوب بيسيل قويّاً بما فيه الكفاية لتمييزهما الواحد من الآخر؛ لكنّ الأميركي ألفان ج. كلارك تمكّن من إيجاد النجم المرافق بواسطة تلسكوب بناه بنفسه.

ولا يحجب النجم المرافق للشِّعرى اليمانيّة الضوء الذي ترسله إلى الأرض. أمّا نجم رأس الغول الشديد اللمعان الذي ينتمي إلى كوكبة فرساوس فهو نجم ثنائيّ انكسافيّ. فلمدّة يومين ونصف اليوم تقريباً، يكون رأس الغول بمثل سطوع النجم القطبيّ. ثمّ يمرّ فجأة النجم المرافق بين رأس الغول والأرض، ويخفّ الضوء إلى الثلث لبضع ساعات.

ويعرف الفلكيّون اليوم أكثر من ٥٠ نجماً متغيّراً انكسافيّاً، أو نجماً ثنائيّاً، من هذا النوع. وقد جرى رصد أكثر من ١٣,٠٠٠ نجم مزدوج.

إنّ تغيّر الضوء الناتج عن الكسوف مختلف تماماً عن التلألؤ، الذي يحدث للنجوم كافة. وتتلألأ النجوم لأنّ تغيّر الأحوال الجوّيّة يعدّل انكسار نور النجوم ويغيّر سطوعه.

ويُعتبر النجم القطبيّ أهمّ نجم بالنسبة للبحّارة، لكنّه ليس من أكثر النجوم لمعاناً في السماء، نظراً لبعده الهائل عن الأرض (حوالى ٦٨٠ سنة ضوئيّة). وتُظهر التلسكوبات القويّة أنّ النجم القطبيّ هو في الحقيقة مجموعة من ثلاثة نجوم.

أقدار النجوم وأحجامها

تُصنّف النجوم عادة بحسب قَدْرها أو مرتبتها، وفقاً لدرجة سطوعها. وتوضع في القدر الأوّل النجوم العشرون الأكثر سطوعاً: الشِّعرى اليمانيّة وسُهَيل والظُّلمان الرئيسيّ والنسر الواقع والعَيّوق والسِّماك الرامح ورجل الجبّار والغُميصاء (أو الشِّعرى الشاميّة) وأشرنار والظلمان بيتا ومَنْكِب الجوزاء والنسر الطائر وكروسيس ألفا، الدَّبَران ورأس هيرقل والسنبلة وقلب العقرب وفم الحوت وذنب الدجاجة وقلب الأسد. وتحتوي المجموعة الثانية على ٥٠ نجماً، منها النجم القطبيّ. وتشتمل المجموعة الثالثة على ١٦٠ نجماً؛ والرابعة على ٥٠٠؛ والخامسة على ١٥٠٠؛ والسادسة على ٤٠٠٠. ولا تستطيع العين البشريّة عادة رؤية النجوم التي تكون أبهت من نجوم القدر السادس. ويزداد عدد النجوم بشكل هائل في الأقدار الأكثر ارتفاعاً. ويمكن رؤية هذه النجوم وتصويرها بالتلسكوبات.

لا يمكن معرفة بُعد النجم عن الأرض من قدره فقط، لأنّ قدر النجم يتوقّف أيضاً على حجمه وسطوعه. إضافة إلى أنّ جميع النجوم تقع على مسافات كبيرة جدّاً منا بحيث أنّها تبدو كمصادر نقطيّة في التلسكوب. ولا يُفيد قياس الصورة بأيّ شيء عن حجم النجم. لكنّ الفلكيّين يستطيعون قياس قطر النجوم الساطعة القريبة. فإذا وُضعت صفيحة تحمل شقّين متوازيين فوق شيئيّة التلسكوب، تُزيّح صورة النجم التي يتمّ الحصول عليها عبر الشقّين بخطوط مضيئة ومظلمة بسبب التداخل. وإذا أُبعد الشقّان الواحد عن الآخر، تختفي الخطوط. ويتوقّف مقدار التباعد اللازم لاختفاء الخطوط على بُعد النجم وقطره.

يقع مَنْكِب الجوزاء على مسافة ٥٢٠ سنة ضوئيّة تقريباً من الأرض. وكان أوّل نجم جرى قياسه بالمِدْخال (مقياس التداخل). ففي سنة ١٩٢٠، وجد الفلكيّون في مرصد جبل ويلسون أنّ قطر منكب الجوزاء يساوي تقريباً ٤١٦ مليون كيلومتر، أو ٣٠٠ ضعف قطر الشمس. ويُقدّر حجم النجوم الأكثر بعداً وفقاً لضوئها.

فئات النجوم وفقاً للعمر

إكتشف الفلكيّون أنّ حجم النجوم يتوقّف إلى حدّ بعيد على المرحلة التي تكون فيها النجوم، فهي تولد وتنضج وتشيخ وتموت. وخلال ذلك، تتفاعل فيها العناصر الكيميائيّة والحرارة، ما يؤدّي إلى تغييرات متوالية في اللون والضيائيّة (السطوع).

وبالتالي فإنّ رصد هذه الخصائص يكشف المرحلة التي وصل إليها كلّ نجم في دورة حياته. وفي علم الفلك، يُقارَن سطوع النجم بدرجة سطوع الشمس، إذا ما شوهد الجرمان على المسافة نفسها.

تُرتَّب الوقائع التي يمكن مشاهدتها في تصنيف يُعرف بفهرس درابر. تُقاس درجات الحرارة بميزان كالفين (ميزان مئويّ يُستعمل فيه الصفر المطلق كدرجة الحرارة القاعديّة). ويُعاد ترتيب الحروف المقابلة لأنواع النجوم في مقياس سابق بحيث تتناسب مع أيّ معلومات لاحقة.

تُعرف نجوم الفئة «و» O بالنجوم فوق العملاقة، ومنها منكب الجوزاء ورِجل الجبّار وذنب الدجاجة وقلب العقرب. وتشكّل هذه النجوم سحباً هائلة من الغاز. ونظراً إلى انقباضها بفعل قوّة الجاذبيّة، تتولّد كميّة هائلة من الطاقة المشعّة تجعلها أكثر النجوم سطوعاً على الإطلاق. وتُعرف نجوم الفئة «ب» B، مثل السِّماك الرامح، بالنجوم العملاقة، وهي أيضاً لا تزال في طور الانقباض.

وتقع معظم النجوم في السلسلة الرئيسيّة من «أ» A إلى «ك» K. وتتكوّن هذه النجوم بشكل رئيسيّ من الهيدروجين والهيليوم مع عدد قليل متناثر من العناصر الأثقل وزناً. وتكون هذه النجوم كثيفة بشكل كافٍ ليشهد باطنها درجات حرارة مرتفعة جدّاً، ما يحوّل الهيدروجين إلى هيليوم. ويولّد التحوّل كميّة كبيرة من الطاقة تسمح بالمحافظة على الحرارة والسطوع، على غرار ما تفعل شمسنا، وهي نجم من النوع «ج» G. في القسم الأخير من السلسلة، تكون النجوم باردة بالشكل الكافي لتسمح بتشكّل الجزيئات. وتحتوي هذه الجزيئات على الكربون في نجوم الفئتين «ر» R و«ن» N، وعلى أكسيد الزِّركونيوم في نجوم الفئة «س» S.

عند نفاد الوقود النووي، تلتحق النجوم بفئة النجوم القزمة. وفي هذه النجوم، تُنزع الإلكترونات عن نوى الذرّات، وتُرصّ الجسيمات إلى حدّ بعيد. وفي هذه الحالة من الإنحلال، تكون المادّة كثيفة جدّاً حتى أنّ سنتيمتراً مكعّباً واحداً منها يمكن أن يزن مئات الأطنان. وتُشعّ النجوم القزمة ما يكفي من الضوء بحيث يمكن رؤيتها على مسافة فلكيّة قصيرة. ويُطلق بعضها ضوءاً أبيض، مثل النجم المرافق للشِّعرى اليمانيّة، فيما يُشعّ بعضها الآخر ضوءاً أحمر.

تجمّع النجوم في مجرّات

في الليالي الصافية، تمتدّ درب اللبّانة (شريط رفيع من الضوء الأبيض الباهت) في السماء، من الشمال إلى الجنوب. ويتألّف الشريط في الحقيقة من تجمّع عدد لا يُحصى من النجوم، ويُعرف هذا التجمّع بالمجرّة. وليست شمسنا سوى واحد من هذه النجوم. وتتخذ المجرّة شكل العدسة، ويقع مركزها في اتجاه كوكبتي القوس والرامي على بُعد ٣٣,٠٠٠ سنة ضوئيّة تقريباً من الأرض. ويبلغ سمك المجرّة عند مركزها حوالى ١٥,٠٠٠ سنة ضوئيّة ويصل قطرها إلى حوالى ١٠٠,٠٠٠ سنة ضوئيّة. وتحتوي المجرّة على أكثر من ١٠٠ بليون نجم. وضمن مدى رؤية التلسكوبات القويّة، هناك عشرات البلايين من المجرّات الأخرى، التي تقع على بعد مليون سنة تقريباً الواحدة عن الأخرى. والمجرّة الكبيرة مجرّة أندروميدا «Andromeda» هي إحدى أقرب المجرّات إلينا. وتتّخذ هذه المجرّة شكل دولاب هواء عملاق، وتدور حول محورها. إنّ درب اللبّانة شبيهة بهذه المجرّة من حيث الشكل والحركة، وتقوم الشمس بدورة واحدة حول المجرّة كلّ ٢٠٠ مليون سنة تقريباً.

النجوم الزائفة: أجرام شبيهة بالنجوم

في أوائل الستينات من القرن العشرين، اكتُشفت أجرام سماوية شبيهة بالنجوم أُطلق عليها اسم النجوم الزائفة (Quasars) بالأجنبيّة، أي مصادر إشعاعيّة شبه نُجميّة). وتُطلق النجوم الزائفة ضوءاً شديداً وموجات إشعاعيّة، وتساوي كتلها ملايين أضعاف كتلة الشمس. ويُعتقد أنّ هذه الأجرام تبعد بلايين السنوات الضوئيّة عنّا، وتبتعد عن الأرض بسرعات فائقة.

وتشير إحدى النظريّات إلى أنّ النجم الزائف يحتوي على نواة تولّد طاقة نوويّة حراريّة. وتستحثّ هذه الطاقة طبقتين محيطتين شبيهتين بالسحاب. وتتشكّل الطبقة الداخليّة المرئيّة من الغاز المضيء أو الغاز المؤيَّن Plasma. وتحتوي الطبقات الخارجيّة على إلكترونات تدور بشكل لولبيّ عبر حقل النجم الزائف المغنطيسيّ، وتبعث إشارات إشعاعيّة (راديّة).

وقد أطلق على الأجرام التي تشبه النجوم الزائفة ولكن لا تبثّ موجات إشعاعيّة، اسم المجرّات الزرقاء شبه النجميّة أو الأجرام النجميّة الزرقاء. يتجاوز عدد هذه الأجرام بحوالى ٥٠٠ ضعف عددَ النجوم الزائفة، وبفوق سطوعها بحوالى ١٠٠ ضعف سطوعَ أيّ مجرّة عاديّة. وينظّر الفلكيّون أنّ الأجرام النجميّة الزرقاء هي ربما نجوم زائفة في المرحلة الأخيرة من حياتها، وقد توقّفت عن بثّ الإشارات الإشعاعيّة، وقد أصبحت مجرّات في مرحلة مبكرة من التطوّر.

ولادة نجم

يبدأ تكوّن النجم عندما تنهار سحابة نجميّة كثيفة من الهيدروجين وجسيمات الغبار باتجاه الداخل تحت تأثير ثقلها. ويؤدّي هذا الإنقباض الثقليّ إلى ارتفاع كثافة السحابة ودرجة حرارتها الداخليّة. تبخّر الحرارة حُبيبات الغبار. وتبدأ الغازات في



في علم التنجيم، تقسّم دائرة البروج إلى ١٢ قوساً، كلّ واحد من ٣٠°، تعرف بالأبراج أو البروج. ويطلق على هذه البروج، أو «المنازل الفلكيّة»، أسماء الكوكبات التي تمرّ فيها دائرة البروج.

انفجار نجم مستسعر عظيم Supernova



مركز السحابة بتسليط ضغط باتجاه الخارج يؤدّي إلى توقّف الانهيار. وتبدأ النجوم بالتشكّل في وسط السحابة. وعندما تبدأ النجوم بإشعاع الطاقة الناتجة عن الانقباض التثاقلي، تُطرد غازاتها تاركة مجموعة نجميّة.

ومع ارتفاع درجة الحرارة داخل النجم، يُدمَّر الديوتريوم (الهيدروجين الثقيل)، ثم يليه انحلال الليثيوم والبريليوم والبورون إلى هيليوم. تستمرّ درجة الحرارة في نواة النجم بالارتفاع حتى تبلغ مستوى حَرِج تبدأ فيه تفاعلات الالتحام النوويّ. وما أن يبدأ الإلتحام في نواة النجم حتى يتوقّف الإنقباض ويبدأ النجم باستعمال هيدروجينه بسرعة كبيرة جدّاً، فيحوّله إلى هيليوم. في هذه المرحلة الرئيسيّة، يطلق النجم كميّات هائلة من الطاقة في غلافه وفي الفضاء المحيط به.

النجم الهَرِم

تتوقّف المراحل النهائيّة من تطوّر النجم على كتلته، وعلى ما إذا كان جزءاً من نظام ثنائي. وعندما يصل النجم عموماً إلى المرحلة الرئيسيّة، يواصل تطوّره بإحدى الطريقتين التاليتين.

النجوم ذات الكتلة الصغيرة أو المتوسّطة: تبقى النجوم المنفردة التي تقلّ كتلتها ١,٤ ضعف عن كتلة الشمس وقتاً طويلاً جدّاً في المرحلة الرئيسيّة. وبمرور الوقت، يتغيّر تركيب النجم الكيمبائيّ. ويتحوّل الهيدروجين في نواته إلى هيليوم، وترتفع درجة الحرارة المركزيّة ببطء.

ويترافق التغيير في التركيب بتغييرات في بنية النجم وحجمه وضيائيّته. ومع انتهاء المرحلة الرئيسيّة، تكون جميع كميّة الهيدروجين في النواة قد استُنفدت تماماً، وأصبحت المنطقة المركزيّة تتألّف بشكل شبه كامل من الهيليوم الهامد. ويبدأ انتاج الطاقة في طبقة رقيقة حول النواة. وتزداد كتلة النواة تدريجيّاً، لكنّ حجمها يتضاءل، لأنّ كميّات متزايدة من العناصر الهامدة تدخل إليها عبر الطبقة الحارقة للهيدروجين. ومع تمدّد الطبقات الخارجيّة وابترادها، يصبح النجم أحمر اللون. وفي الوقت نفسه، تسخّن الطاقة التي تولّدها النواة المنقبضة الهيدروجين، وتزيد ضيائيّة النجم. ويكون النجم عند ذلك في مرحلة العملاق الأحمر الأولى.

يتميّز العملاق الأحمر ببنية معقّدة تحدث فيها أنواع مختلفة من التفاعلات النوويّة على أعماق مختلفة. وبينما تصبح النواة كثيفة وحارّة، ترتفع الطبقات الخارجيّة وتبرد، وتحيط في النهاية بالنجم لتشكّل سديماً كوكبيّاً. ومع الوقت، يفقد النجم المادّة الموجودة في السديم الكوكبيّ، وتبرد النواة المتبقيّة لتصبح قزماً أبيض. وقد أعطيت النجوم القزمة البيضاء هذا الاسم بسبب اللون الأبيض الذي ميّز أولى النجوم المكتشفة من هذا النوع. وتتميّز هذه النجوم بضيائيّة منخفضة وكتلة مشابهة لكتلة الشمس وشعاع مساو لشعاع الأرض. ونظراً لارتفاع كتلة هذه النجوم وصغر حجمها، فهي أجرام كثيفة ومتزنّة تقارب كثافتها مليون ضعف كثافة الماء. وتتألّف المنطقة المركزيّة من النجم القزم الأبيض النموذجيّ من مزيج من الكربون والأكسجين. ويحيط بهذه النواة غلاف رقيق من الهيليوم، وفي معظم الحالات، طبقة أرقّ من الهيدروجين. ولا يستطيع الفلكيّون أن يشاهدوا سوى الطبقات الخارجيّة فقط من النجوم القزمة البيضاء.

ونظراً إلى أنّ النجوم القزمة البيضاء قد استنفدت جميع وقودها النوويّ، فهي لا تحتوي على أيّة مصادر متبقّية من الطاقة النوويّة. وعندما يُستنفد أيضاً مخزونها من الطاقة الحراريّة – أي عندما يصبح النجم بارداً – يتوقّف القزم الأبيض عن الإشعاع ويصبح بقيّة نجميّة هامدة، تُعرف أحياناً بالقزم الأسود.

وتوجد أحياناً النجوم القزمة البيضاء في أنظمة النجوم المزدوجة، حيث يدور النجمان الواحد حول الآخر عن قرب. وفي بعض الحالات، يمتدّ عملاق أحمر إلى مجال جاذبيّة القزم الأبيض. ونظراً إلى أنّ حقل جاذبيّة القزم الأبيض يكون قويّاً جدّاً، فإنّ المادّة الغنيّة بالهيدروجين في طبقات الجوّ الخارجيّة للعملاق الأحمر تُجذب إلى النجم الصغير. وعندما تتراكم كميّة كبيرة من هذه المادّة على سطح القزم الأبيض، يحدث انفجار نوويّ على السطح يؤدّي إلى قذف الغازات السطحيّة الساخنة. ويصبح القزم الأبيض مستسعراً عندما تفجّر الطاقة الناتجة عن هذه التفاعلات المادّة المتراكمة في انفجار وجيز ولكن عنيف. ويفصل انفجار المستسعر النجمين الواحد عن الآخر ويقطع انتقال المادّة حتى يعود النجمان، بعد وقت طويل جدّاً، إلى الاقتراب الواحد من الآخر من جديد.

يزيد انفجار المستسعر لوقت وجيز ضيائيّة القزم الأبيض الضعيفة آلاف أضعاف، وأحياناً ١٠٠,٠٠٠ ضعف مستواها العاديّ. وقد يسطع المستسعر بقوّة لعدّة أيّام أو أحياناً لبضعة أسابيع، قبل أن يستعيد تدريجيّاً حالته السابقة كقزم أبيض. وفي جميع الحالات تقريباً، تكون ضيائيّة النجوم ضعيفة جدّاً قبل حدوث الانفجار بحيث أنه لا يمكن رؤيتها بالعين المجرّدة. إلّا أنّ الازدياد المفاجىء في ضيائيّتها يكون أحياناً كبيراً جدّاً بحيث يمكن رؤيتها مباشرة في سماء الليل. وقد تبدو هذه الأجرام كنجوم جديدة لمن يشاهدها من الأرض.

النجوم ذات الكتلة الكبيرة: في النجوم المنفردة التي تفوق كتلتها كتلة الشمس بخمسة أضعاف، تتوالى الأحداث بشكل أسرع. ويمكن أن تستمرّ هذه النجوم بتوليد الطاقة عن طريق الالتحام، بعد أن تكون قد استنفدت مخزونها من الهيدروجين. ويعود ذلك إلى أنّ طاقة جاذبيتها الكامنة تسمح لها بخلق ضغط مرتفع جدّاً في داخلها. وبهذه الطريقة، تستطيع هذه النجوم خلق عناصر ثقيلة مثل الحديد في نواها. وبعد انتهاء المرحلة الرئيسيّة، تصبح هذه النجوم عملاقة فائقة حمراء. ويُعتقد أنّ التفاعلات التي تشمل التحام الحديد تؤدّي إلى انهيار نواة النجم. وتنفجر الطبقات الخارجيّة للنجم ذي الكتلة المرتفعة بعنف شديد في شكل انفجار مستسعر فائق.

وبخلاف انفجار المستسعر، يكون انفجار المستسعر الفائق حدثاً كوارثيّاً بالنسبة للنجم؛ وهو حدث يضع حدّاً لحياة النجم النشيطة (المولّدة للطاقة). وطوال عدّة أشهر، يمكن أن يسطع المستسعر الفائق ١٠ بلايين ضعف أكثر من أيّ نجم عاديّ. والمستسعر الفائق هو ظاهرة نادرة الحدوث، لا تحدث إلّا مرّة تقريباً كلّ قرن في مجرّة بحجم درب اللبّانة.

المستسعر الفائق ١٩٨٧ أ

في ٢٤ شباط ١٩٨٧، تمّ اكتشاف أوّل مستسعر فائق يمكن رؤيته بالعين المجرّدة منذ حوالى أربعة قرون. أطلق على هذا الانفجار اسم المستسعر الفائق ١٩٨٧ أ، وقد شاهده في الوقت نفسه تقريباً فلكيون تشيليون وفلكيّ هاوٍ من نيوزيلاندا. وكان أوّل مستسعر فائق ساطع بما فيه الكفاية ليتمكّن الفلكيّون من تحليله بالتفصيل باستعمال الأجهزة والأدوات الحديثة.

وقد شوهد المستسعر الفائق ١٩٨٧ أ في البداية عندما كان قد بلغ قدراً مجاوراً للقدر اللازم لرؤيته بالعين المجرّدة. وكان ساطعاً جدّاً بحيث أنّ الفلكيين تمكّنوا من دراسته بجميع الأطوال الموجيّة تقريباً من الطيف المغنطيسيّ الكهربائيّ: أشعّة راديّة، أشعّة تحت الحمراء، ضوء مرئيّ، أشعّة فوق البنفسجيّة، أشعّة سينيّة (أشعّة إكس) وأشعّة جاما. وقد ترافقت أيّام الانفجار الأولى بتفجّر الموجات الإشعاعيّة. وانخفضت انبعاثات المستسعر الفائق من الأشعّة تحت الحمراء بسرعة كبيرة، ما يدلّ على انخفاض سريع في درجة حرارة غلاف المادّة المقذوفة المتمدّدة. وكشفت المشاهدات اللاحقة عن وجود غلاف آخر من المادّة، بعيداً عن المستسعر الفائق بحدّ نفسه، يُحتمل أن تكون مادّة فُقدت قبل موت النجم النهائيّ.

وجد العلماء أنّ سلف المستسعر الفائق ١٩٨٧ أ كان نجماً عملاقاً فائقاً تجاوزت ربما كتلته قبل الانفجار كتلة الشمس بـ ٢٠ ضعفاً. وسجّلت أجهزة الكشف الموضوعة عميقاً في الأرض في كلّ من الولايات المتحدة واليابان تفجّراً من النيوترينات (جسيمات متعادلة وعديمة الكتلة تتفاعل بشكل ضعيف) نتج عن انهيار نواة النجم السلفيّ. وقد وصلت النيوترينات، التي تسير بسرعة الضوء، قبل أن يُكشف وجود المستسعر الفائق ١٩٨٧ أ بصريّاً بشكل مباشر.

حتى ظهور المستسعر الفائق ١٩٨٧ أ، لم يُسجّل حدوث سوى سبع ظواهر من هذا النوع في التاريخ. وكان أشهرها المستسعر الفائق الذي ظهر في سنة ١٠٥٤، وقد سجّله مراقبون صينيّون وكوريّون. وتشير الرسوم على الصخور إلى أنّ الهنود الأميركيّين في جنوب غرب الولايات المتحدة قد شاهدوه ربما أيضاً. وكان هذا المستسعر الفائق مضيئاً جدّاً بحيث أمكنت رؤيته خلال النهار، واستمرّت ضيائيّته طوال عدّة أسابيع. وقد شوهد مستسعران فائقان آخران في سنتيّ ١٥٧٢ و١٦٠٤.

النجوم النيوترونيّة والپولسارات والثقوب السوداء

بعد انفجار المستسعر الفائق، يمكن أن تبقى النواة على شكل نجم نيوترونيّ. ويتكوّن هذا النوع من النجوم من نيوترونات متراصّة جدّاً، ما يعطيها كثافة عالية تفوق كثافة الشمس ببضعة أضعاف، وقطراً لا يتجاوز ٢٠ إلى ٥٠ كيلومتراً تقريباً. ويمكن تصوير النجم النيوترونيّ كنواة ذريّة عملاقة متماسكة بفعل قوّة جاذبيتها الخاصّة. ويرسل الكثير من النجوم النيوترونيّة نبضات قصيرة من الموجات الإشعاعيّة (الراديّة) على فترات منتظمة جدّاً. تُعرف هذه الأجرام النجميّة عادة بالپولسارات، أو النجوم النابضة، ويُعتقد أنها نجوم نيوترونيّة دوّارة.

إذا كانت الكتلة المتبقّية من المستسعر الفائق أكبر ضعفين أو ثلاثة من كتلة الشمس، فلا يمكن أن يتشكّل نجم نيوترونيّ. وبدلاً من ذلك، يستمرّ المستسعر الفائق بالانهيار إلى الداخل ويشكّل في النهاية ثقباً أسود، وهو جرم له حقل جاذبيّة قويّ جدّاً، حتى أنّ لا شكل من أشكال المادّة أو الطاقة – ولا حتّى الضوء – يستطيع الإفلات منه.

التوجّه





البوصلة التقليديّة

البوصلة جهاز لتعيين الاتجاه. ويتمثّل أبسط أشكال البوصلة في إبرة ممغنطة مركّبة على محور يسمح لها بالدوران بحريّة. تتراصف الإبرة مع حقل الأرض المغنطيسيّ وتشير باتجاه الشمال المغنطيسيّ. ونجد تحت الإبرة قرص البوصلة، الذي يحمل جهات ودرجات متباعدة بانتظام تشير إلى الإتجاه.

إنّ الجهات الأصلية الأربع التي تحملها البوصلة هي: الشمال والشرق والجنوب والغرب. أمّا الجهات بين الجهات الأصلية فهي الشمال الشرقيّ والجنوب الشرقيّ والجنوب الغربيّ والشمال الغربيّ. وتحمل البوصلات الكبيرة الـ ٣٦٠ درجة التي تكوّن الدائرة مسجلةً باتجاه عقارب الساعة، إضافة إلى الجهات الأصلية والجهات بين الأصلية.

ونورد، في ما يلي، الجهات الأصليّة وبين الأصليّة ومواقعها على الدائرة، بالدرجات.

الشمال – صفر أو ٣٦٠ درجة
الشمال الشرقيّ – ٤٥ درجة
الشرق – ٩٠ درجة
الجنوب الشرقيّ – ١٣٥ درجة
الجنوب – ١٨٠ درجة
الجنوب الغربيّ – ٢٢٥ درجة
الغرب – ٢٧٠ درجة
الشمال الغربيّ – ٣١٥ درجة

تساعد بوصلة الجيب البسيطة الناس على إيجاد طريقهم حيث لا معالم توجّههم. فعلى سبيل المثال، إذا احتاج شخص للسير غرباً لأجل بلوغ أقرب بلدة، يقوم بتوجيه الإبرة بحيث يطابق طرفاها علامتي الشمال والجنوب على قرص البوصلة. ثمّ يسير هذا الشخص في اتجاه ٩٠ درجة إلى يسار الطرف الشماليّ من الإبرة.

دوّارة الرياح



النجم الشماليّ

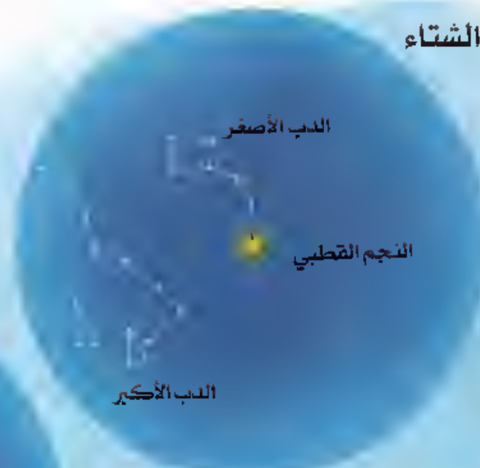
النجم القطبيّ نجم تسهل رؤيته في السماء، ويبدو وكأنّه يقع فوق القطب الشماليّ مباشرة. والنجم القطبيّ في الوقت الحاضر هو پولاريس، أو نجم القطب، أكثر النجوم إشعاعاً في كوكبة الدبّ الأصغر. يقع نجم القطب ضمن درجة واحدة من المكان الذي يخرق فيه الإمتداد الشماليّ لمحور الأرض السماء. ونظراً لهذا الموقع، يبدو نجم القطب غير متحرّك، فيما تبدو النجوم الأخرى وكأنّها تدور حول محور الأرض مع دوران الأرض حول نفسها. لهذا السبب، استُعمل نجم القطب عبر العصور لإرشاد الملّاحين إلى وجهتهم. ينتمي نجم القطب إلى نجوم القدْر أو المرتبة الثانية. وكلّما ازداد لمعان النجم انخفض قدْره.

لن يبقى نجم القطب Polaris هو النجم القطبيّ دائماً، نظراً إلى أنّ محور الأرض لن يمتدّ دائماً في اتجاه نجم القطب. فإنّ المحور الذي تدور حوله الأرض يغيّر اتجاهه في حركة دائريّة تُعرف بالمبادرة. يخطّ كلّ من طرفي المحور دائرةً وهميّةً في السماء. وتستغرق الدورة الكاملة حول الدائرة حوالى ٢٦,٠٠٠ سنة. وهكذا، فإنّ كلّ نجم من النجوم الأكثر تألّقاً الواقعة على دائرة المبادرة أو بجوارها فوق القطب الشماليّ يصبح النجم القطبيّ لمدّة معيّنة. فبعد ١٢,٠٠٠ سنة تقريباً، سوف يشير محور الأرض شمالاً باتجاه بقعة قرب النسر الواقع Vega في كوكبة القيثارة. وبعد ٢٢,٠٠٠ سنة تقريباً سوف يصبح ثوبان Thuban في كوكبة التنين النجم القطبيّ. وبعد ٢٦,٠٠٠ سنة، سوف يعود نجم القطب، پولاريس، إلى موقعه الحاليّ بالنسبة لمحور الأرض، ويصبح النجم القطبيّ من جديد.



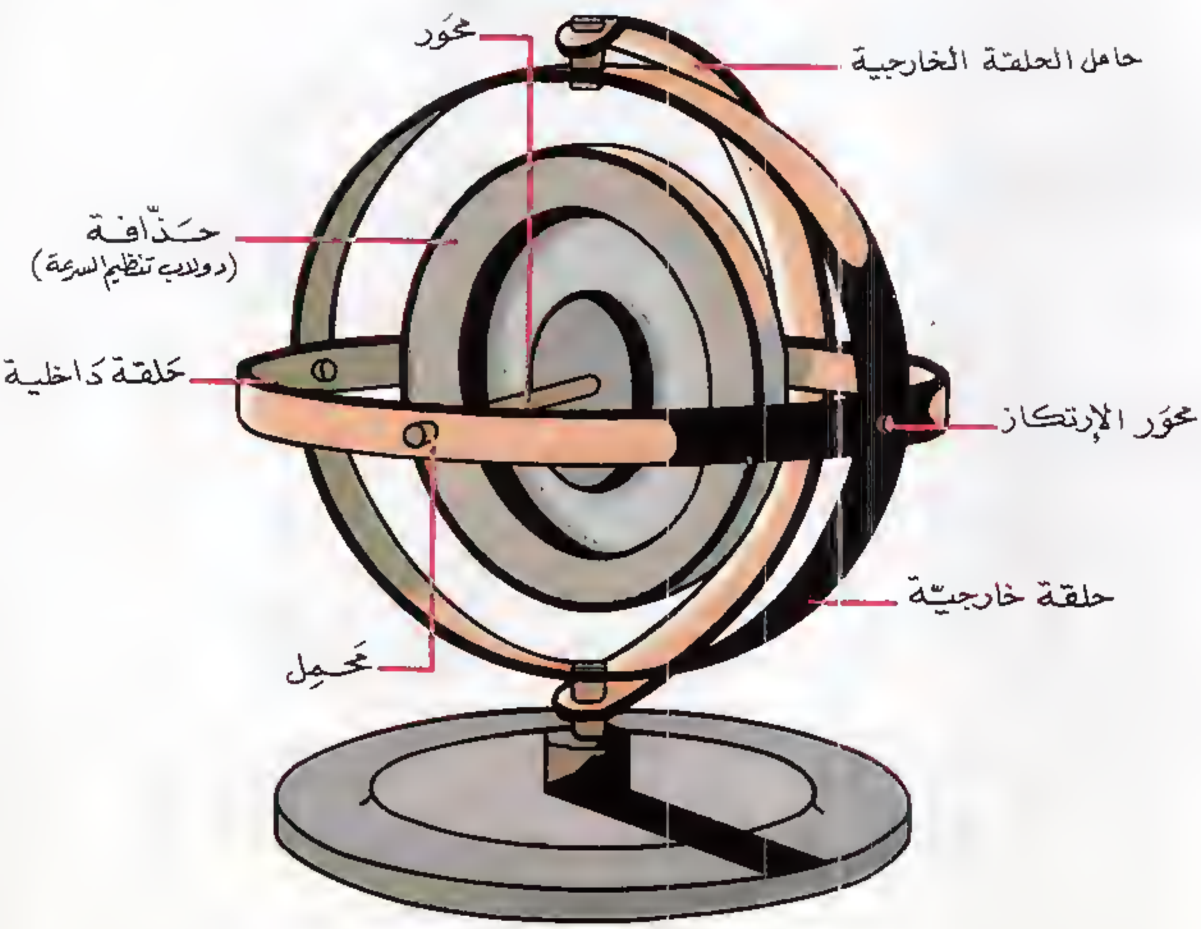






كوكبتا الدب الأكبر والدب الأصغر في القبة السماوية لنصف الكرة الشمالي

الجيروسكوب



صُمّم هذا الجيروسكوب بحيث تشير الحذّافة والمحور بحريّة في جميع الاتجاهات. والجيروسكوبات مفيدة جداً في الملاحة نظراً الى أنها «عاطلة في الفضاء»؛ يشير دائماً الجيروسكوب الدوّار المركّب في مركبة معيّنة في الاتجاه نفسه. وبالتالي فإنّ الجيروسكوب يسمح بتحديد اتجاه المركبة من دون الاعتماد على أيّ معالم بصرية قد لا تتوفّر في بعض الأحيان (في الضباب أو في الليل مثلاً).

البوصلة

البوصلة جهاز يشير إلى الإتجاه، يستعمله البحّارة والطيّارون والمخيّمون والصيّادون وغيرهم من المسافرين للتمكّن من الانتقال من مكان إلى آخر. يُستعمل نوعان رئيسيّان من البواصل: البوصلة المغنطيسيّة، التي بدأ استعمالها في شكلها البدائي في القرن العاشر للميلاد؛ والبوصلة الجيروسكوبيّة، وهي أداة تمّ ابتكارها في أوائل القرن العشرين. في البوصلة المغنطيسيّة، يتم الحصول على الإتجاهات بواسطة إبرة مغنطيسية أو أكثر تشير في الاتّجاه العام للقطب الشماليّ المغنطيسيّ بتأثير من حقل الأرض المغنطيسيّ. وتتشكّل البوصلة الجيروسكوبيّة، التي لا تتأثّر بمغنطيسيّة الأرض، من جيروسكوب مع وجود الدولاب الدوّار على محور مقصور على المستوى الأفقيّ، ما يجعل لجزءه يتراصف مع الخطّ الشماليّ الجنوبيّ المتوازي مع محور دوران الأرض ويشير بالتالي إلى الشمال الحقيقيّ.

البوصلة المغنطيسيّة

تتألّف البوصلة المغنطيسيّة في أبسط أشكالها من إبرة ممغنطة مركّزة على محور في وسط قرص مدرّج ثابت، بحيث تدور الإبرة بحريّة في المستوى الأفقي. تحمل البوصلة البحريّة، وهي بوصلة مغنطيسيّة كبيرة تُستعمل على متن السفن، حزماً من الإبر المغنطيسيّة المتوازية المثبتة في الجهة السفليّة من قرص البوصلة، الذي يدور حول مركزه في حوض نحاسيّ زجاجيّ الغطاء. يُعلّق الحوض أفقيّاً، ما يسمح للقرص بالحفاظ على وضعه بالرغم من ترجّح وتمايل السفينة.

في البوصلة السائلة، التي هي أكثر أنواع البواصل البحريّة استقراراً، يُملأ الحوض بسائل، يتألّف عادة من مزيج من الكحول والماء. يساعد السائل على حمل القرص المدرّج، الذي يدور في هذا النوع من البواصل حول مركزه ويطفو في السائل، ما يخفّف من احتكاك المحور، واهتزازات القرص الناتجة عن حركة المركب. نظراً لهذه المميّزات، تُستعمل البوصلة السائلة أكثر بكثير من البوصلة الجافّة. ويحمل هذان النوعان خطّاً عمودياً أسود مرسوماً على السطح الداخليّ من الحوض. ويمكن الحصول على وجهة سير السفينة بقراءة عدد الدرجات على القرص المواجه للخطّ. لا تشير البوصلة المغنطيسيّة في اتجاه الشمال المغنطيسيّ إلّا اذا كانت السفينة خالية من المغنطيسيّة، وإذا لم توجد أيّ أشياء حديديّة أو فولاذيّة بقرب البوصلة. في حال كانت السفينة مغنطيسيّة وحرفت أجسامٌ حديديّة وفولاذيّة الإبرة المغنطيسيّة، يقع الخطأ المعروف بالإنحراف. ولتصحيح الانحراف، توضع البوصلة في صندوق يُعرف بصندوق المعادلة، مجهّز بمجموعة من المغنطيسات المرتّبة بحيث تعادل التأثيرات المشوّشة.

للحصول على قراءة صحيحة للشمال الحقيقيّ على البوصلة المغنطيسيّة، يجب أيضاً تصحيح الحدور، أي الزاوية بين خطوط الطول المغنطيسيّة والحقيقيّة. وتتغيّر هذه الزاوية في القدر، وفي الاتجاه من شرق إلى غرب خط الطول الحقيقيّ، خصوصاً مع الموقع الجغرافيّ، وإلى حدّ ما في الزمن. تمّ تحديد قدر واتّجاه والتغيير السنويّ للحدور المغنطيسيّ لمعظم الأماكن على سطح الأرض، وقد سجّلت هذه المعطيات على جميع الخرائط. تحدث أيضاً تغييرات عابرة غير متوقّعة في الحدور المغنطيسيّ، خصوصاً في الأماكن القريبة من القطبين، وذلك نتيجة للعواصف المغنطيسيّة.

لا يمكن الاعتماد على البوصلة البحريّة في الطائرات، نظراً للأخطاء الناشئة عن الانعطافات المفاجئة وتسارع الطائرة. ولالغاء مثل هذه الأخطاء، صُمّمت بوصلة خاصّة للطائرة مجهّزة بوحدات مغنطيسيّة انجاهيّة مزوّدة ببندول أو جيروسكوب يؤمّن توازنها رغم حركة الطائرة. هناك نوع هامّ من البواصل المغنطيسيّة الموازنة بواسطة جيروسكوب، تُعرف ببواصل مُولّج التدفّق، تعمل وفق مبدأ الحثّ المغنطيسي. في هذا النوع من البواصل، يتألّف المغنيطومتر (مقياس شدّة المغنطيسيّة) الحسّاس للاتّجاه من ملفّات حثّ ذات لفائف ملائمة، بحيث تكون التغيّرات في الاتجاه متناسبة مع الفلطيّة Voltage التي يستحثّها حقل الأرض المغنطيسيّ. ويمكن استعمال الفلطيّة المستحثّة لتشغيل عناصر مشيرة للاتجاه في أماكن عدّة من الطائرة بواسطة جهاز للتحكّم عن بعد.

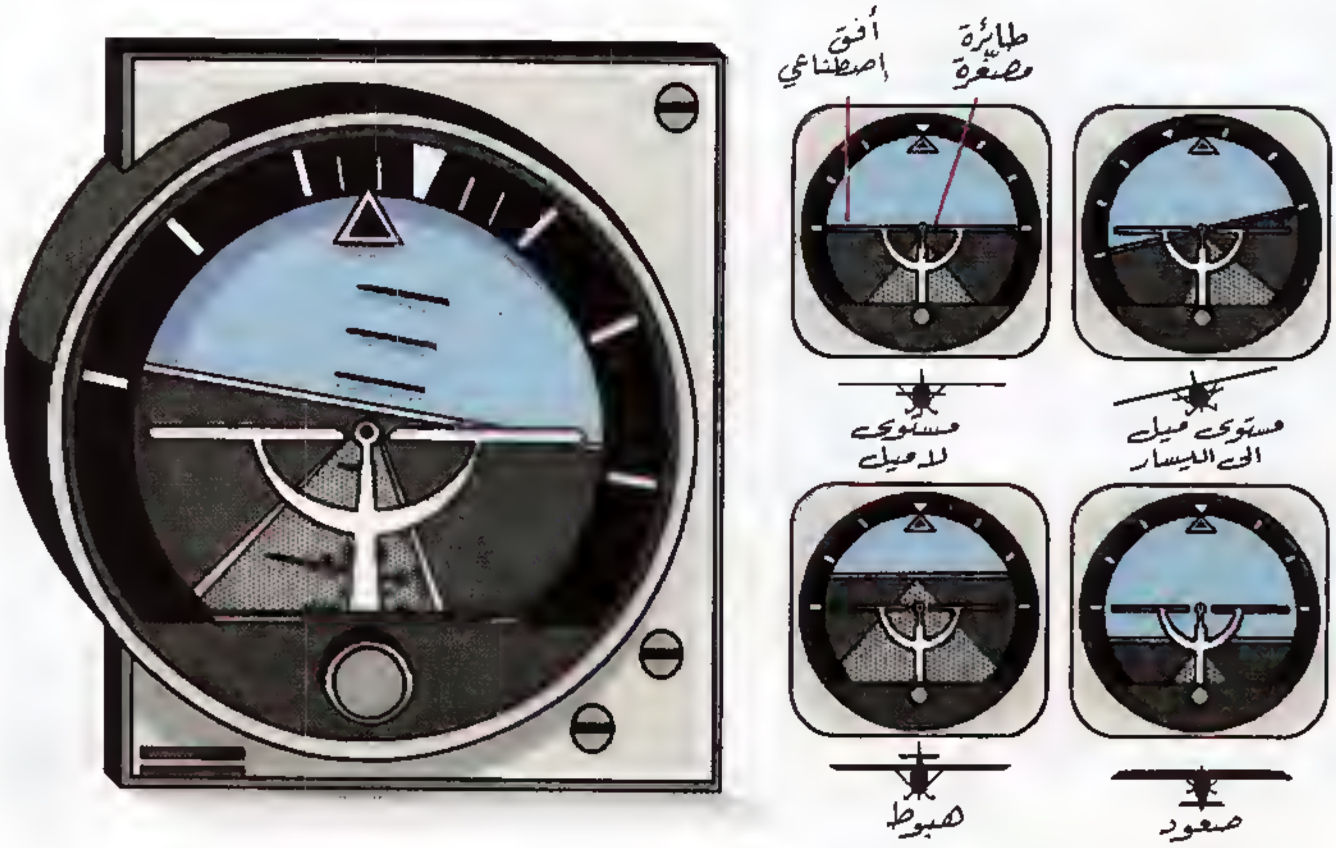
البوصلة الجيروسكوبيّة

الجيروسكوب هو أي جسم دوّار يحمل خاصيّتين أساسيّتين: العطالة الجيروسكوبيّة، أو القصور الذاتيّ في الفضاء، والحركة البداريّة (أو المبادرة)، وهي ميل المحور بزوايا قائمة على أي قوّة تنزع إلى تغيير مستوى الدوران. إنّ هذه الخاصيّات ملازمة لجميع الأجسام الدوّارة، بما فيها الأرض نفسها. وتُستعمل كلمة جيروسكوب للدلالة على أجسام كرويّة أو دولابيّة الشكل أو قرصيّة الشكل تُركّب عموماً بشكل يجعلها حرّة في الدوران في جميع الاتجاهات؛ وتُستعمل هذه الأجسام لإظهار هذه الخاصيّات أو للإشارة إلى حركات في الفضاء. إنّ الجيروسكوب الذي يتحرّك حول محور واحد عدا محور الدوران يحمل أحياناً اسم الجيروستات أو المُقرّ الجيروسكوبيّ. يخضع الجيروسكوب في جميع استعمالاته العمليّة تقريباً لهذا النوع من القسر أو التقييد، وتُضاف عادة صفة «جيروسكوبيّ» إلى اسم وجهة الاستعمال، كما، على سبيل المثال، البوصلة الجيروسكوبيّة والمُقرّ الجيروسكوبيّ والطيّار الجيروسكوبيّ (أو الآليّ).

العُطالة (أو القصور الذاتيّ) الجيروسكوبيّة

ينتج قصور الجيروسكوب في الفضاء عن قانون الحركة الأوّل لنيوتن، الذي ينصّ على أن الجسمَ ينزع للاستمرار في هذه الحالة من الراحة أو الحركة المنتظمة، إلّا إذا تعرّض لقوى خارجيّة. وهكذا، عندما يبدأ دولاب الجيروسكوب بالدوران السريع، يميل إلى الإستمرار في الدوران في المستوى نفسه حول المحور نفسه في الفضاء. ومن الأمثلة

الأفق الإصطناعي الجيروسكوبي



يحتاج ربّان الطائرة إلى أدوات تزوّده بالمعلومات حول اتجاه الطائرة، لا سيما عندما يطير في مناطق يغشاها الضباب أو السحاب أو الظلام. إنّ جهاز الأفق الصناعيّ، الذي يتألّف من جيروسكوبين يشكّلان عنصريه العاملين، يدلّ على اتجاه الطائرة نسبةً للأفق.

على هذه النزعة، نذكر البُلبُل، الذي يتمتّع بحريّة الحركة حول محورين بالاضافة إلى محور الدوران؛ ورصاصة البندقيّة، نظراً إلى أنّها تدوم أو تدور في مسارها وتُظهر عطالة جيروسكوبيّة وتنزع إلى المحافظة على خط سير أكثر استقامة من الخط الذي قد تتخذه لو لم تكن دوّارة. غير أنّ العطالة في الفضاء تظهر على أفضل نحو في جيروسكوب نموذجيّ مؤلّف من حذّافة (دولاب موازنة) تُحمل في حلقات، بحيث يتمكّن محور الحذّافة من اتخاذ أيّ زاوية في الفضاء. عندما تدور الحذّافة، يمكن تحريك النموذج أو إمالته أو إدارته كما يشاء المجرّب، لكنّ الحذّافة تبقي على مستوى دورانها الأصليّ، طالما أنّها تستمرّ في التدويم بسرعة كافية للتغلّب على الإحتكاك مع محاملها.

تشكّل الجيروسكوبات جزءاً هامّاً من أنظمة الملاحة الآليّة أو الإرشاد بالقصور الذاتيّ في الطائرات والمركبات الفضائيّة والقذائف الموجّهة والصواريخ والسفن والغوّاصات.

الإستباق

عندما تميل قوّة مسلّطة على جيروسكوب إلى تغيير اتّجاه محور الدوران، يتحرّك المحور في اتّجاه متعامد مع اتّجاه تسليط القوّة. إنّ هذه الحركة هي حصيلة القوّة الناتجة عن العزم الحركيّ الزاويّ (كميّة الحركة الزاويّة) للجسم الدوّار والقوّة المسلّطة عليه. ويمكن إيجاد مثل بسيط عن الاستباق في الحلقة (أو الطوق) الدوّارة؛ لجعل الحلقة تدور بزاوية معيّنة، لا يُسلّط الضغط الموجّه على مقدّم أو مؤخّر الحلقة كما قد يُعتقد، بل على القمّة. إنّ هذا الضغط المسلّط حول محور أفقيّ، لا يتسبّب بانقلاب الحلقة، لكنّه يجعلها تبادر حول المحور العموديّ على نحو متعامد مع الضغط المسلّط، ما يؤدّي إلى استدارة الحلقة ومتابعة حركتها في اتّجاه جديد.

استعمالات الجيروسكوب

عن طريق استعمال خاصّة القصور الذاتيّ الجيروسكوبيّ وتسليط قوّة الجاذبيّة للتسبّب بالمبادرة، يمكن للجيروسكوب أن يعمل كمبيّن للاتّجاه أو بوصلة. باختصار، إذا اعتبرنا أنّ الجيروسكوب قد رُكّب عند خطّ استواء الأرض، مع امتداد محور دورانه في المستوى الشرقيّ الغربيّ، سوف يستمرّ الجيروسكوب في الإشارة باتّجاه هذا الخطّ أثناء دوران الأرض، وذلك نظراً لـ«القصور في الفضاء». وللسبب نفسه، يرتفع الطرف الشرقيّ (نسبة إلى الأرض) مع أنّه يستمرّ في الإشارة إلى الإتّجاه نفسه في الفضاء. واذا علّقنا أنبوباً مملوءاً جزئيّاً بالزئبق على إطار الجيروسكوب، بحيث يميل الأنبوب عندما يميل محور الجيروسكوب، نستفيد من تأثير الجاذبيّة حول محور الجيروسكوب الأفقيّ. بكلام آخر، يسلّط وزن الزئبق في الجهة الغربيّة أو السفليّة قوّةً حول محور الجيروسكوب الأفقيّ. يقاوم الجيروسكوب هذه القوّة ويبادر حول المحور العموديّ باتّجاه دائرة خطّ الطول. في البوصلة الجيروسكوبيّة، تُسلّط القوى المسيطرة بشكل آلي في الإتّجاه الصحيح وبالنسبة الملائمة لجعل محور الجيروسكوب يسعى إلى خطّ الطول الحقيقيّ ويشير إليه، أي يشير إلى الشمال والجنوب.

تُستعمل البوصلة الجيروسكوبيّة في السفن الحربيّة والأساطيل التجاريّة في جميع أنحاء العالم. ولا تتعرّض هذه البوصلة للتقلّبات التي تشهدها البوصلة المغنطيسيّة؛ وتشير البوصلة الجيروسكوبيّة إلى الشمال الجغرافيّ الحقيقيّ بدلاً من الشمال المغنطيسيّ، وتتميّز بقوّة توجيهيّة كافية للسماح بعمل أجهزة مساعدة مثل مسجّل المسار والطيّار الجيروسكوبيّ والبوصلة المعيدة. لا يضمّ جهاز الطيّار الجيروسكوبيّ جيروسكوباً، بل يلتقط كهربائيّاً أيّ انحراف عن المسار المرجعيّ المقرّر الذي تحدّده البوصلة الجيروسكوبيّة؛ وتُضخّم هذه الإشارات وتُسلّط على المحرّك الموجّه للسفينة لجعل الدفّة تعيد السفينة إلى مسارها الصحيح.

الطيّار الآليّ

يكشف الطيّار الآليّ (أو الأوتوماتيكيّ) أي تغيير عن مخطّط الرحلة المقرّر للطائرة، ويرسل إشارات تصحيحيّة إلى الجُنيّحات والسطح الرافع والدفّة. ويكشف الجيروسكوب العموديّ التغيّرات في الخطوة أو العطوف، بينما يكشف الجيروسكوب التوجيهيّ التغيّرات في الوجهة. ويُعيّن الارتفاع بواسطة جهاز إحساس باروميتريّ، بينما تحدّد السرعة التي تتمّ بها هذه التغيّرات على كل محور بواسطة جيروسكوبات مسجلّة لمعدّل السرعة أو أجهزة قياس التسارع. ويوفّر تحديد الإزاحة ومعدّل السرعة دلالة واضحة ودقيقة على الإستجابة اللازمة. تنقل الجيروسكوبات إشارات كهربائيّة إلى كومبيوتر الكترونيّ يجمعها ويضخّمها. ثمّ ينقل الكومبيوتر إشارات مصحّحة إلى محرّكات مؤازرة مثبتة بسطوح التحكّم في الطائرة، التي تتحرّك لإعطاء الإستجابة المطلوبة. إنّ مضبط الطيران الآلي المتّصل بالكومبيوتر يسمح للطيّار بالقيام يدويّاً بمناورات معيّنة، مثل الإنعطاف والصعود والإنقضاض، تتطلّب حركة متناسقة في سطوح التحكّم. ووفقاً لما يراه الطيّار مناسباً، يمكن ربط مجموعة من أجهزة الملاحة والأجهزة اللاسلكيّة المساعدة بالطيّار الآلي لأجل الملاحة الآليّة. وتشمل هذه الأجهزة أنظمة ملاحة عاملة بالقصور الذاتيّ وأنظمة ملاحة عاملة برادار دوپلر وأجهزة إرشاد لاسلكيّة. ويمكن أيضاً قرن الطيّار الآليّ بإشارات لاسلكيّة تُستعمل في أنظمة الهبوط الآليّة التي تُجهّز بها مدارج المطارات. في حالات سوء الرؤية، يقوم نظام الهبوط الآليّ المستعمَل مع الطيّار الآليّ بتوجيه الطائرة أوتوماتيكيّاً إلى خطّ الإنحدار المطلوب ووضعها في خطّ المدرج.



الكواكب أجرام سماويّة باردة وغير منفذة للضوء، تدور حول نجم تتلقّى منه الضوء والحرارة. هناك تسعة كواكب تدور حول الشمس، منها الأرض.

الكواكب

الكواكب هي الأجرام الطبيعيّة الكبيرة نسبياً التي تدور في مدارات حول الشمس، وبوجه الاحتمال حول نجوم أخرى أيضاً. ولا يُطلق هذا الإسم على الأجرام الصغيرة مثل المذنّبات والنيازك والكويكبات، التي لا يشكّل معظمها أكثر من قطع من الجليد أو الصخر.

وتشكّل الشمس والكواكب التسعة وأقمارها وجميع الأجرام الصغيرة والجُسَيمات والغبار التي تدور حول الشمس ما يُعرف بالنظام الشمسيّ. وتتحكّم الشمس، الواقعة قرب مركز النظام الشمسيّ، بالحركات المداريّة للكواكب عن طريق التجاذب التثاقليّ، وتزوّد الكواكب بالضوء والحرارة. وبحسب ترتيب متوسط البعد عن الشمس، تنتظم الكواكب التسعة في النظام الشمسيّ من أقربها إلى أبعدها على النحو التالي: عطارد، الزهرة، الأرض، المرّيخ، المشتري، زحل، أورانوس، نبتون وبلوتون (أفلوطن).

تُمكن رؤية عطارد والزهرة والمرّيخ والمشتري وزحل دون تلسكوب. وقد أسماها اليونانيّون القدامى Planets، أو «السيّارة»، لأنها بدت وكأنها تتحرّك على الخلفيّة المؤلّفة من نجوم ثابتة ظاهرياً. ومع أنّه يمكن أحياناً رؤية أورانوس أيضاً بالعين المجرّدة، فلم يتمكّن الفلكيّون القدماء من تمييزه من النجوم الحقيقيّة.

يمكن تقسيم الكواكب إلى مجموعات بطرق عدّة. وفي أحد أنظمة التصنيف، تُعتبر الكواكب التي تدور حول الشمس في مدارات يقلّ قطرها عن قطر مدار الأرض، كواكب أو سيّارات سفليّة. وبالتالي فإنّ الكواكب المعروفة بالكواكب أو السيّارات العلويّة هي الكواكب التي تدور حول الشمس في مدارات يفوق قطرها قطر مدار الأرض.

ويمكن أيضاً تصنيف الكواكب في فئتين، وفقاً لخصائصها الفيزيائيّة العامّة. توضع في الفئة الأولى الكواكب الأرضيّة أو الشبيهة بالأرض القريبة من الشمس، والتي تتألّف بشكل أساسيّ من الصخر والمعدن. وتشتمل هذه الفئة على عطارد والزهرة والأرض والمرّيخ. وتُعرف أيضاً الكواكب الأرضيّة بالكواكب الداخليّة.

وتضمّ الفئة الثانية الكواكب الشبيهة بالمشتري؛ وهي كواكب كبيرة جدّاً مقارنة مع الكواكب الشبيهة بالأرض وأبعد عن الشمس. وتُعرف أيضاً هذه الكواكب بالكواكب الخارجيّة وتشمل المشتري وزحل وأورانوس ونبتون. وتتكوّن هذه الكواكب بشكل أساسيّ من الهيدروجين والهيليوم بالشكلين الغازيّ والسائل. ولا يُلحق بلوتون، الكوكب الأبعد عن الشمس، بأيّ من الفئتين؛ فهو مكوّن من الجليد والصخر، وهو أصغر بكثير من الكواكب الأخرى.

عطارد Mercury

عطارد هو الكوكب الأقرب إلى الشمس. ويصعب رصد هذا الكوكب من الأرض لأنه يشرق ويغيب بفارق ساعتين عن شروق وغروب الشمس. وبالتالي، ظلّ الكوكب شبه مجهول حتى طارت فوقه مركبة مارينر ١٠، عدّة مرات، على علوّ منخفض سنتي ١٩٧٤ و١٩٧٥.

يشهد سطح عطارد أشكالاً مختلفة من التضاريس. ويستطيع العلماء المهتمّون بدراسة الكواكب تقدير عمر سطح الكوكب من عدد حُفر التصادم الموجودة فيه؛ وكلما ازداد عمر السطح عموماً، كثرت الحُفر فيه. ويحمل بعض مناطق عطارد عدداً كبيراً جدّاً من الحفر، ما يشير إلى أنّها سطوح قديمة جدّاً، تكوّنت على الأرجح منذ حوالى ٤ مليارات سنة. وتمتدّ بين هذه المناطق مساحات من السهول المتموّجة قليلاً التي قد تكون مهّدتها سيول الحمم البركانيّة أو تراكمات الموادّ الدقيقة المتطايرة بنتيجة التصادمات. ويشير العدد الكبير من حفر التصادم الموجودة أيضاً في هذه السهول إلى قدم عمرها. أمّا في المناطق الأخرى من سطح الكوكب، فتمتدّ سهول منبسطة ممهّدة تحمل عدداً قليلاً من الحفر. ويُعتقد أنّ هذه السهول هي على الأرجح أحدث تكويناً وذات أصل بركانيّ. وفي الفترة الممتدّة بين تشكّل السهول بين الحفر وتشكّل السهول الممهّدة، قد يكون الكوكب كلّه انكمش مع تدنّي درجة حرارته، ما سبّب تغضّن القشرة وتشكّل الأجرُف الطويلة الشديدة التحدّر.

الزهرة Venus

الزهرة هي الجرم الطبيعيّ الأكثر لمعاناً في سماء الليل بعد القمر. وهي أقرب كوكب إلى الأرض والأكثر شبهاً بها، من حيث الحجم والكتلة والكثافة. وتشير هذه التشابهات إلى أنّه قد يكون للكوكبين تاريخ مشابه. ولذلك، فإن اختلاف الزهرة والأرض إلى هذا الحدّ اليوم يحيّر جدّاً علماء الفلك.

وتدور الزهرة حول محورها مرّة كلّ ٢٤٣ يوماً في حركة تراجعيّة – في اتّجاه معاكس لاتجاه دوران معظم الكواكب الأخرى – أي في اتّجاه دوران عقارب الساعة عند النظر إلى الكوكب من قطب الأرض الشماليّ. وتدير الزهرة دائماً الجهة نفسها إلى الأرض، عندما يتجاوز الكوكبان أحدهما الآخر، أثناء دورانهما حول الشمس. وعلى رغم أنّ الزهرة قريبة من الأرض، فمن الصعب رصد الكوكب لأنّ طبقات سميكة من الغيوم الكثيفة تحجب سطحه تماماً. في سبعينات وثمانينات القرن العشرين، تمكّنت مركبة بايونير فينوس المداريّة التابعة للناسا ومركبتا فينيرا ١٥ وفينيرا ١٦ المداريّتان السوفياتيّتان من الحصول على معلومات حول غيوم الزهرة والشروط السائدة على سطح الكوكب.

يتألّف جوّ الزهرة بشكل رئيسيّ من ثاني أكسيد الكربون مع وجود قطيرات من حمض الكبريتيك في الغيوم العليا. وتتحرّك طبقات الجوّ العليا بسرعة كبيرة، فتقوم بدورة كاملة حول الكوكب في أربعة أيّام، بينما تسود رياح لطيفة عند مستوى السطح. وتبلغ درجة الحرارة السطحيّة حوالى ٧٥٠ كلفين، أي أعلى من درجات الحرارة المسجّلة «ظُهراً» على عطارد.

ويعود هذا الارتفاع الشديد في درجات الحرارة قرب سطح الكوكب إلى الكميّة الكبيرة من ثاني أكسيد الكربون الموجودة في جوّ الزهرة قرب سطح الكوكب. ويخترق ضوء الشمس الجوّ فيمتصّه سطح الكوكب، ثمّ يُعاد إشعاعه على شكل حرارة. إلّا أنّ الكميّة الكبيرة من ثاني أكسيد الكربون الموجودة في الجوّ، تمتصّ وتحتجز هذه الحرارة، ما يحول دون إعادة إطلاقها في الفضاء. ونتيجة لهذه الظاهرة، المعروفة بـ«تأثير الدفيئة»، أصبح سطح الزهرة ساخناً بما يكفي لإذابة الرصاص، وقد تتوهّج الصخور قليلاً باللون الأحمر بسبب درجة حرارتها المرتفعة.

ونظراً إلى أنّ الغيوم لا تسمح بوصول أكثر من ١٥٪ من ضوء الشمس إلى سطح الكوكب، فإنّ النهار على الزهرة معتم، والسحب تحجب السماء باستمرار. وبما أنّ الجو الكثيف يكسر أو يحني الضوء، يمكن أن يصل بعضه إلى الجهة المظلمة (جهة الليل) من الكوكب، ما يجعل الليل غير مظلم تماماً.

نظام الأرض والقمر

لا تزيد كتلة القمر عن ١,٢٪ من كتلة الأرض، لكنّ هذه النسبة هي الأكبر في النظام الشمسيّ بين كوكب وقمره، باستثناء بلوتون وقمره شارون. وعلى رغم أنّ الأرض هي من أوجه عدّة كوكب أرضيّ نموذجيّ، فإنّها تحتلّ موقعاً مميّزاً في النظام

الشمسيّ لأنّها الكوكب الوحيد المعروف الذي يحمل الحياة كما نعرفها. وقد تكون محيطات الأرض فريدة أيضاً لأنّ الماء لا يكون سائلاً إلّا في نطاق ضيّق من درجات الحرارة والضغط، ولا تتوفّر هذه الشروط الخاصّة، حسب علمنا، على أيّ كوكب آخر.

إنّ حجم الأرض الكبير وارتفاع كميّة الأورانيوم والثوريوم والبوتاسيوم المشعّة التي تحتويها قد أبقيا باطن الكوكب ساخناً. وقد شهدت الأرض تاريخاً جيولوجيّاً ناشطاً ومضطرباً، ولا يزال سطحها يتغيّر باستمرار.

وتقول النظريّة السائدة إنّ القمر قد تكوّن في الأصل من المادّة التي تطايرت نتيجة تصادم حصل بين الأرض وكويكب بحجم المرّيخ تقريباً. وإنّ المادّة التي نتجت عن التصادم، بدأت بالدوران حول الأرض ثمّ التحمت وتكتّلت لتشكيل القمر. ونجد مخطّطات أخرى لتكوّن القمر، لكنّ الكثير من العلماء المتخصّصين في دراسة الكواكب يعتقد أنّ هذه النظريّة هي الأكثر احتمالاً.

وقد تكوّنت المناطق الكثيرة الحفر على سطح القمر، والمعروفة بالأراضي، منذ حوالى ٤,٥ بلايين سنة. وقد حفظت قشرة هذه المناطق على حالها تقريباً، باستثناء آثار الاصطدامات المتكرّرة مع أجرام أخرى. أمّا المناطق الداكنة من سطح القمر، والمعروفة بالبحار Mare، فيُعتقد أنها تكوّنت من سيول الحمم. وبمرور الوقت، أدّى وزن الحمم إلى حدوث صدوع، تُعرف بالأخاديد، في «الأراضي» المحيطة. ومنذ ذلك الوقت، بقي باطن القمر ساكناً.

المرّيخ Mars

يبلغ حجم المريخ نصف حجم الأرض تقريباً. ويتألّف جوّ الكوكب في معظمه من ثاني أكسيد الكربون، وهو جوّ رقيق جدّاً يسلّط ضغطاً على سطح الكوكب لا يتجاوز ١/١٠٠ من الضغط الذي يسلّطه جوّ الأرض. وتختلف درجة الحرارة على سطح المريخ إلى حدّ بعيد خلال النهار، وتتراوح بين ١٩٠ كلفين تقريباً قبل الفجر مباشرة و٢٤٠ كلفين تقريباً في فترة بعد الظهر. وفي مركز الكوكب، توجد على الأرجح نواة صغيرة من الحديد أو من سلفيد الحديد Iron Sulfide Core. وإذا كان للمرّيخ حقل مغنطيسيّ، فهو ضعيف جداً بحيث أنّ أيّاً من الأجهزة لم يتمكّن من كشفه.

يدور المرّيخ، مثل الأرض، حول محور مائل. وبالتالي فإنّ مناخه يشهد تبدّلات موسميّة (ظاهرة الفصول)، إذ يتلقّى أحد نصفَي الكرة ثمّ نصف الكرة الآخر كميّةً أكبر من ضوء الشمس، أثناء دوران الكوكب حول الشمس. ونظراً إلى انخفاض درجة الحرارة والضغط، لا يمكن أن يوجد الماء السائل على سطح المرّيخ؛ ويوجد الماء على الكوكب على شكل جليد متراكم عند القطبين، وربما أيضاً كجليد محتجز تحت السطح، وعلى شكل بخار في الجوّ. ولكنّ الأدلّة تشير إلى أنّ الكوكب قد عرف، ربّما في الماضي، درجات حرارة وضغطاً جويّاً أكثر ارتفاعاً. وتُظهر الصور التي التقطتها مركبات الفايكنج المداريّة، معالمَ سطحيّة شبيهة بمجاري الأنهر والأخاديد (من أثر المياه الجارية بعد المطر) الجافّة. ويمكن أن تكون هذه المعالم قد تشكّلت بفعل المطر والمياه السطحيّة الجارية، ولكنّها قد تكون أيضاً ناتجة عن المياه التحسطحيّة التي ارتشحت إلى السطح.

وعلى الرغم من أنّ المرّيخ هامد تماماً اليوم، فقد شهد الكوكب في الماضي فترة من النشاط البركانيّ، بلغت ذروتها منذ بضعة مليارات سنة. ويرتفع على سطح المرّيخ أكبر بركان معروف في النظام الشمسي: أوليمبوس مونس. ويبلغ ارتفاع هذا البركان ٢٧ كيلومتراً، ما يجعله أعلى ثلاثة أضعاف من جبل إيفيرست، ويغطّي مساحة مساوية لولاية أريزونا في الولايات المتحدة. وينتصب البركان فوق هضبة تارسيس، وهي سهل مرتفع شاسع تنتشر فيه البراكين والصدوع الكبيرة. ويشكّل فاليس مارينيريس، وهو واد هائل بطول ٤٠٠٠ كيلومتر تقريباً وعمق يتراوح بين ٤ و١٠ كيلومترات، أكبر شبكة صدعيّة في السهل. تكوّنت على الأرجح هضبة تارسيس نتيجة ارتفاع كميّة من مادّة الغلاف الحارّة. لكنّ هذه العمليّة لم تترافق بأيّ نشاط تكتونيّ صفائحيّ؛ ويتشكّل سطح المرّيخ من صفيحة واحدة فقط. وتتوزّع على سطح المرّيخ مناطق من السهول الملساء والامتدادات الكثيرة الحفر والميْسات (هضبات مستوية السطح متحدّرة الجوانب) والتلال المتموّجة الناتجة عن اتحاد عوامل عدّة مثل التصدّع والنشاط البركانيّ والتجوية والترسّب.

نظام المشتري Jupiter

إنّ المشتري أكبر من جميع الكواكب الأخرى مجتمعة. ويُطلق الكوكب ما يقارب ضعف كميّة الطاقة التي يتلقّاها من الشمس؛ وهي الحرارة التي اكتسبها الكوكب أثناء تلاحمه، وأيضاً الحرارة التي تولّد نتيجة لانقباض الكوكب التدريجيّ. ويتميّز المشتري أيضاً بأقوى حقل مغنطيسي بين كواكب النظام الشمسيّ. ويمتدّ هذا الحقل على مسافة تفوق شعاع الكوكب بعشرة أضعاف، وهو مصدر طلقات عنيفة من الضجيج أو التشويش الإشعاعيّ.

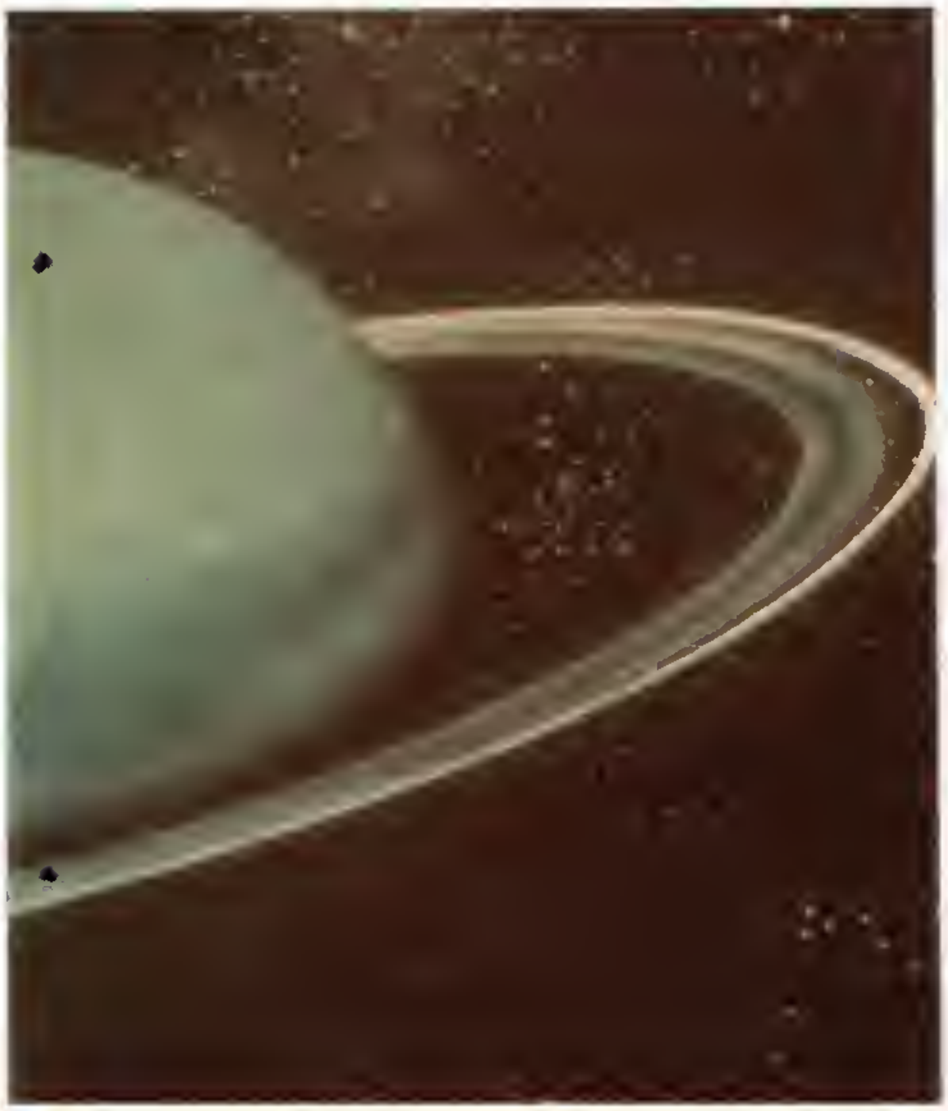
يتألّف المشتري بشكل رئيسيّ من الهيدروجين والهيليوم، وليس له سطح صلب بل طبقات من السحب الغازيّة. وفي مركز الكوكب، توجد على الأرجح نواة صخريّة تفوق كتلتُها كتلةَ كوكب الأرض بعشرة أضعاف. ويمكن أن تتجاوز درجات الحرارة في النواة ٢٥,٠٠٠ كلفين. ويحيط بالنواة خليط سائل من الهيدروجين والهيليوم تحوّل إلى شكل معدنيّ تحت تأثير الضغط الشديد الذي تسلّطه طبقات الكوكب العلويّة.

في تشرين الأوّل ١٩٨٩، أُطلقت المركبة الفضائيّة غاليليو باتجاه المشتري في رحلة دامت ست سنوات. وقد جُهّزت المركبة بمسبار أُطلق سنة ١٩٩٥ في جوّ المشتري لالتقاط صور لبعض مناطق الكوكب، خلال فترة تمتدّ على عامين.

عند مراقبة المشتري عبر التلسكوب، تبدو سحبه الخارجيّة كأحزمة داكنة ومناطق ساطعة تحيط بالكوكب، ويتراوح لونها بين الأصفر الضارب إلى السمرة والبنّي والرماديّ. وتنتج هذه الألوان على الأرجح عن مركّبات النشادر والكبريت. وتتشكّل

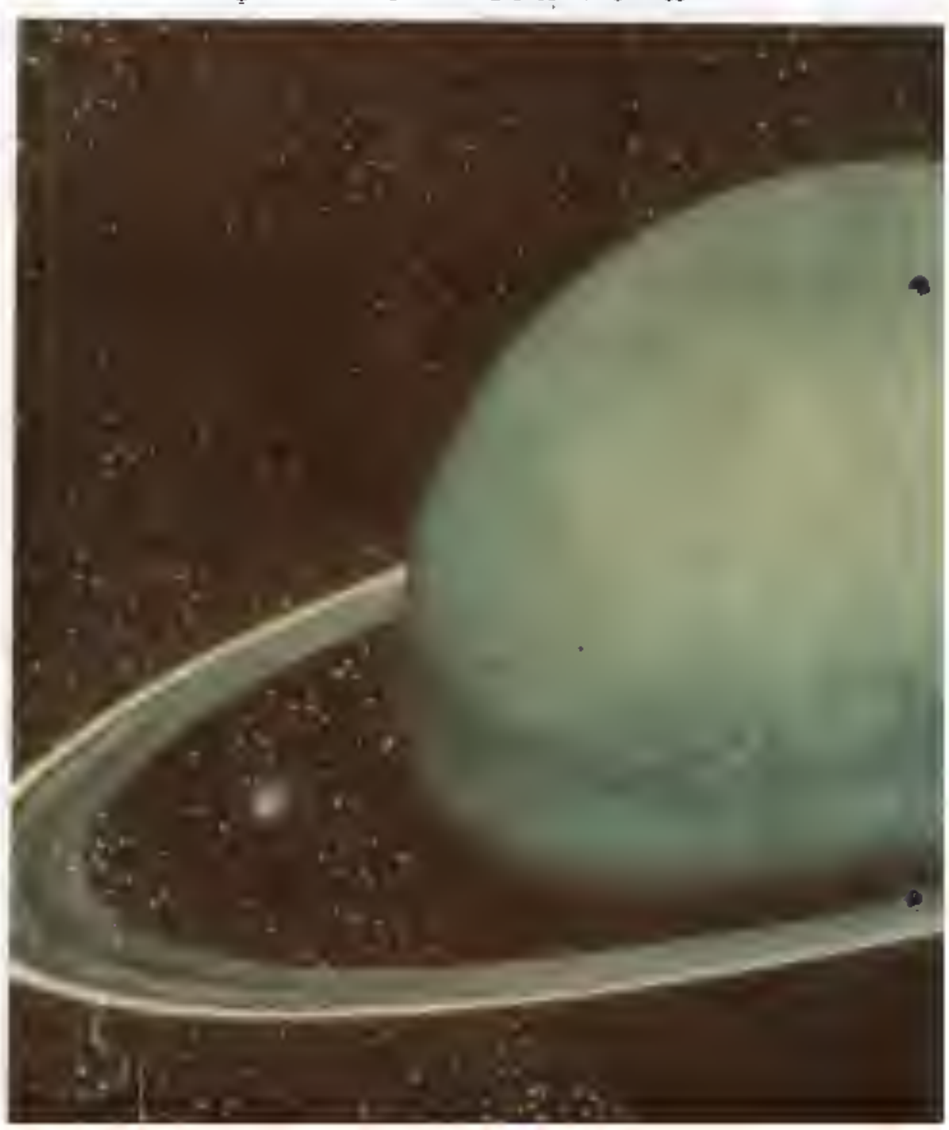


▲ صورة لكوكب الزهرة أُخذت من الفضاء الخارجيّ





▼ صورة لكوكب أورانوس أُخذت من الفضاء الخارجيّ



بقعة المشتري الحمراء الكبيرة، أكثرَ معالم هذا الكوكب وضوحاً للعيان؛ وهي، في الحقيقة، عاصفة إعصارية هائلة يساوي حجمها حجم كوكبين مثل الأرض، موضوعين جنباً إلى جنب. وقد شاهد الفلكيّون هذه البقعة من الأرض منذ أكبر من ٣٠٠ سنة.

يدور المشتري بسرعة كبيرة حول محوره، فيُتِمّ دورة واحدة في أقلّ من ١٠ ساعات. ونظراً إلى القوّة النابذة الناتجة عن هذا الدوران السريع، فإنّ قطر المشتري عند خطّ الإستواء يفوق قطره بين قطب وآخر، ما يعطي الكوكب شكل كرة مفلطحة قليلاً.

تكوّن المشتري وأقماره الستة عشر المعروفة على الأرجح كنظام شمسيّ مصغَّر: كرة غازيّة كبيرة دوّارة يحيط بها سديم كوكبيّ تطوّر في مآل الأمر لتشكيل الكوكب وأقماره. ويُحيط بالمشتري مجموعة ضيّقة من الحلقات، اكتشفتها مركبة فويجر ١ سنة ١٩٧٩، وتتألّف من حجارة صغيرة جداً وجسيمات من الغبار.

إنّ أقمار المشتري الأربعة الكبرى هي الأجرام الأولى في النظام الشمسيّ التي تمّ اكتشافها بالتلسكوب. وقد اكتشف جاليليو هذه الأقمار سنة ١٦١٠، لذا فهي تُعرف اليوم بالأقمار الجاليلية. وبحسب ترتيب بُعد الأقمار عن المشتري، تنتظم من أقربها إلى أبعدها على النحو التالي: إيو وأوروبا وجانيميد وكاليستو. يتكوّن إيو من الصخر، ويتميّز بلون برتقاليّ زاهٍ ضارب إلى الصفرة وناتج عن وجود الكبريت بكميّات كبيرة على سطح القمر. وأثناء دوران إيو في مداره الإهليلجي حول المشتري، يقترب ثمّ يبتعد باستمرار من الكوكب في حركة شبيهة بأسنان المنشار، وذلك نتيجة جاذبيّة المشتري القويّة وجاذبيّة الأقمار الجاليلية الأخرى الأضعف تأثيراً. ويولّد هذا التأثير المعروف بالانثناء المدّي والجزريّ، احتكاكاً داخلياً وحرارة في القمر. ولهذا السبب، فإنّ إيو يشهد نشاطاً بركانياً قوياً جداً؛ فقد سجّل فويجر ١ و٢ عشرة ثورانات بركانيّة على الأقل.

نظام زحل Saturn

إنّ زحل، مثل المشتري، كوكب غازيّ كبير يتألّف بشكل رئيسيّ من الهيدروجين والهيليوم. ويشعّ زحل أيضاً كمية من الحرارة تساوي أكثر من ضعف الكميّة التي يتلقّاها من الشمس. وينتج هذا الفائض من الطاقة الحراريّة من الحرارة الأوليّة، ومن الاحتكاك الذي يخلقه الهيليوم (العنصر الأثقل) أثناء غوصه تدريجيّاً في الهيدروجين باتّجاه مركز الكوكب. ويملك زحل حقلاً مغنطيسيّاً تفوق قوّته قوّة حقل الأرض المغنطيسيّ بـ ١٠٠٠ ضعف، لكنّه يبقى أضعف من حقل المشتري المغنطيسيّ. ويتميّز زحل بكثافة منخفضة جدّاً بحيث أنّه يستطيع أن يطفو في محيط من الماء. ويملك زحل على الأرجح نواة شبيهة بنواة المشتري. وتغطّي الكوكب أشرطة من السحب، يشكّل بعضها أنماطاً إعصاريّة مثل سحب المشتري، لكنّ الألوان تبدو أخفّ من ألوان المشتري بسبب الضباب الجوّي الرقيق الذي يغطّي الغيوم. وتحيط بزحل مجموعة مشهديّة من الحلقات. وقد شاهد جاليليو هذه الحلقات في سنة ١٦١٠، لكنّه لم يكتشف أنّها حلقات، بل اعتقد أنّ زحل كوكب ثلاثيّ. وفي سنة ١٦٥٥، تمكّن الفلكيّ الهولنديّ كريستيان هايجنز، الذي استعمل تلسكوباً أقوى، من رؤية حلقة مسطّحة وصلبة في الظاهر حول زحل. وفي وقت لاحق، تمكّن الفلكيّون من رؤية عدد من الحلقات المستقلّة.

وكشفت آلات التصوير على متن المركبتين فويجر ١ و٢ أنّ هناك في الحقيقة آلاف الحلقات التي تمتدّ على بعد ٧٠٠٠ إلى ٧٤,٠٠٠ كيلومتر فوق جوّ زحل. وتتكوّن هذه الحلقات من الجليد والجسيمات المغطّاة بالجليد التي تتراوح بين حجم ذرّة الغبار وحجم البيت. وتنتظم الحلقات في مجموعات، يُشار إليها بالحلقة «أ» والحلقة «ب» وهلمّ جرّاً، باتّجاه الداخل؛ وتُعرف الفُرجة بين الحلقتين «أ» و«ب» بفاصل كاسيني. وقد التقطت آلات التصوير على متن فويجر، ظهورَ أشكال شعاعيّة داكنة في الحلقة «ب». وتبدأ هذه التكوينات كخطوط رفيعة، ثم تمتدّ على شكل مثلّثات عند تجاوز الحلقات الداخليّة السريعة الحلقات الخارجيّة. وتختفي هذه الأشكال بعد بضع ساعات.

أورانوس Uranus

أورانوس هو كوكب غازيّ كبير آخر شبيه بالمشتري وزحل. ويتميّز أورانوس بكثافة أكبر من الكوكبين الآخرين، ويتألّف من الهيدروجين والهيليوم وكميّات كبيرة من الماء، وعلى الأرجح بعض الميثان والنشادر والصخر والمعدن. ونظراً إلى وجود كميّات ضئيلة من الميثان في طبقات الجوّ العليا، يتّخذ الكوكب لوناً أخضر ضارباً إلى الزرقة. ولا تتجاوز درجة الحرارة في طبقات الجو العليا ٦٠ كلفين، لكنّ درجة الحرارة ترتفع مع العمق. وتحت الغيوم الكثيفة، يمتدّ ربّما محيط هائل من الماء، الذي يسخن على رغم درجة حرارته التي تصل إلى آلاف الدرجات بميزان كلفين، ولا يغلي بسبب الضغط الشديد الذي يسلّطه عليه الجوّ الممتدّ فوقه. وتتألّف نواة الكوكب على الأرجح من الصخر والمعدن.

ويميل محور دوران أورانوس بدرجة كبيرة جدّاً، تصل إلى ٩٨ درجة، على خطّ افتراضيّ متعامد مع مستوى دائرة البروج (ومستوى دائرة البروج هو المستوى الافتراضيّ الناتج عن مدّ مدار الأرض حول الشمس لتشكيل سطح شاسع منبسط). وبالتالي فإنّ الكوكب يميل على جنبه مع امتداد القطب الشماليّ تحت المستوى بقليل. وأثناء دوران أورانوس حول الشمس، الذي يستغرق ٨٤ عاماً، يوجّه الكوكب أوّلاً أحد قطبيه باتّجاه الشمس ثمّ خط استوائه وأخيراً قطبه الآخر. ويُعتقد أن تصادماً هائلاً بين أورانوس وجرم آخر، ربما مذنّب كبير، قد يكون السبب في قلب الكوكب على جنبه. ويدور أورانوس حول محوره في حركة تراجعيّة، أو في اتّجاه حركة عقارب الساعة، مرّة واحدة تقريباً كلّ ١٧ ساعة. ويتمتّع الكوكب

بحقل مغنطيسي قويّ يميل فيه القطب الشمالي المغنطيسي ٦٠ درجة (وهي درجة كبيرة جداً) عن القطب الشمالي الدوراني.

لأورانوس ١٥ قمراً معروفاً؛ وتتألّف هذه الأقمار بشكل رئيسي من الجليد، ويحمل سطحها عدداً كبيراً جداً من حفر التصادم. والأقمار الخمسة الكبيرة هي ميراندا وأريل وأُمبريل وتيتانيا وأوبرون. إنّ سطح أوبرون قديم جدّاً ويحمل عدداً كبيراً جداً من الحفر، ما يشير إلى أنّ الجرم ظلّ غير ناشط جيولوجيّاً طوال القسم الأكبر من تاريخه. تغطّي تيتانيا حفرٌ صغيرة فقط، وتظهر أدلّة تشير إلى حصول نشاط جيولوجي في وقت مبكّر من حياة القمر. أريل هو أكثر أقمار أورانوس سطوعاً، في حين أنّ أمبريل هو أكثرها ظلاماً. ويتميّز أريل بسطح حديث التكوين يشتمل على بعض الحفر الصغيرة والكثير من الصدوع وبعض مجاري الجليد الظاهرة. أمّا أمبريل فهو مظلم بشكل متساوٍ ويحمل الكثير من الحفر. ويشير لون السطح الداكن إلى أنّه حديث التكوين نسبياً، لكن عدد الحفر الكبير يدلّ على أنّه قديم.

نبتون Neptune

اكتُشف كوكب نبتون سنة ١٨٤٦، لكنه ظلّ شبه مجهول حتى حلّقت فوقه «ڤويجر ٢»، سنة ١٩٨٩. يشبه نبتون أورانوس من حيث الحجم والتركيب. ويعطيه جوّه الكثيف المكوّن من الهيدروجين والهيليوم والقليل من النشادر والميثان، لوناً ضارباً إلى الزرقة.

وعلى غرار الكواكب الغازيّة الأخرى، يدور نبتون بسرعة حول محوره، فيقوم بدورة كلّ ١٦.٢ ساعة، كما أنّ قطره عند خطّ الإستواء أكبر قليلاً من قطره عند القطبين. وتبلغ درجة حرارة جوّ نبتون ما يقارب ٦٠ كلڤين، أي إنّها أعلى ممّا كان متوقّعاً لجرم بعيد إلى هذا الحدّ عن الشمس. وتشير درجة الحرارة الجويّة المرتفعة إلى أنّ لنبتون مصدر حرارة آخر، ربما كان باطنياً. ويملك الكوكب على الأرجح نواة صخريّة يحيط بها ماء متجلّد وميثان سائل، ثم يحيط بهذه الطبقة غازا الهيدروجين والهيليوم.

لنبتون ثمانية أقمار معروفة،' أكبرها تريتون ونيريد. ويدور تريتون، وهو أكبر الأقمار على الإطلاق، حول نبتون في اتجاه معاكس لاتجاه دوران معظم الأقمار الأخرى في النظام الشمسي. ويدور نيريد حول الكوكب بحركة مباشرة في مدار مختلف المركز.

بلوتون وشارون Pluto and Charon

اكتُشف بلوتون سنة ١٩٣٠، لكنّ قمره شارون لم يُكتشف إلّا في ١٩٧٨. وبلوتون هو كوكب صغير جدّاً ذو كثافة منخفضة ومكوّن على الأرجح من الجليد والصخر. ويشبه هذا الكوكب تيتان وبعض أقمار المشتري الجاليليّة، لكنّه أصغر منها بكثير. ويغطّي صقيع الميثان وجليد الماء سطح هذا الكوكب الصغير. يُقدَّر قطر بلوتون بحوالى ٢٢٤٠ كيلومتراً. ويبلغ قطر شارون حوالى ١٢٠٠ كيلومتر. إنّ كتلة بلوتون وشارون مجتمعَين، هي أقلّ بـ ٤٥٠ مرّة من كتلة الأرض. وتُلاحظ تغييرات كبيرة في السطوع على بلوتون، ما يشير إلى أنّ سطحه غير منتظم. وقد استعمل الفلكيّون هذه التغيرات في تحديد مدّة دوران الكوكب حول نفسه، وهي ٦ أيام و٩ ساعات و١٧ دقيقة بحسب وقت الأرض.

يتميّز بلوتون بمدار اهليلجي أكثر من مدارات الكواكب الأخرى، ومنحنٍ ١٧ درجة على مستوى دائرة البروج. وعندما يكون الكوكب في نقطة الذَّنب (النقطة الأقرب من الشمس في مدار الكوكب)، يصبح أقرب إلى الشمس من نبتون. وقد دفع مدار بلوتون المختلف المركز وشبهه من الناحية الفيزيائيّة والطبيعيّة بأقمار مجلّدة أخرى، إلى الإعتقاد أنّ أصل بلوتون مختلف عن باقي الكواكب. وتشير إحدى النظريّات إلى أنّ بلوتون وشارون كانا ربما في الماضي قمرين لكوكب نبتون، لكنهما جُذبا بعيداً عن حقل جاذبيّة نبتون. إلّا أنّ معظم العلماء يعتقدون اليوم أنّ هذه النظرية غير محتملة من الناحية الفيزيائيّة.

حركات الكواكب

تدور الكواكب حول الشمس في مدارات إهليلجيّة، حيث تكون الشمس في أحد مركزي الإهليلج (القطع الناقص). وتسير الكواكب في الاتجاه نفسه (في اتجاه معاكس لحركة عقارب الساعة عند النظر إليها من قطب الأرض الشمالي) وفي المستوى نفسه تقريباً.

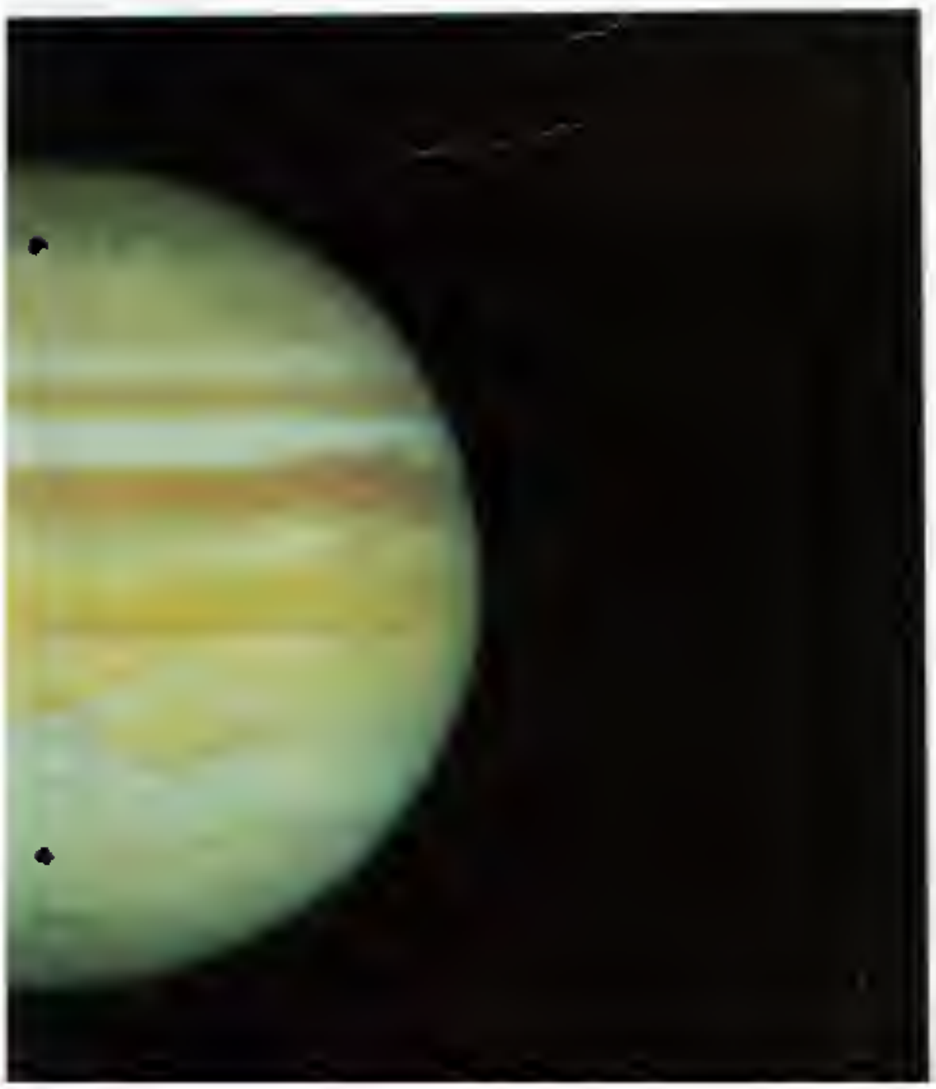
كان الفلكي الألماني يوهانس كبلر أوّل من وصف حركات الكواكب المداريّة الحقيقية بشكل صحيح، وكان ذلك في القرن السابع عشر. وقد صاغ كبلر ثلاثة قوانين اكتشف أنّها تسوس حركة الكواكب: أوّلاً، إنّ مدارات الكواكب حول الشمس ليست دائريّة تماماً، بل إهليلجيّة بشكل طفيف. ثانياً، إنّ سرعات دوران الكواكب حول الشمس تجعل الخطّ الوهمي المرسوم بين الكوكب والشمس يمرّ فوق مساحات متساوية في فترات متساوية من الزمن. ونتيجة لذلك، تسير الكواكب بسرعة أكبر عندما تقربها مداراتها من الشمس، وبسرعة أقلّ عندما تكون بعيدة عن الشمس. وينصّ قانون كبلر الثالث على أن مربّع مدّة دوران الكوكب حول الشمس متناسب طرداً مع مكعّب متوسّط بُعد الكوكب عن الشمس.

وإضافة إلى حركة الكواكب المداريّة، تدور جميع الكواكب أيضاً حول محورها. ويدور معظمها من الغرب إلى الشرق، باستثناء الزهرة وأورانوس وبلوتون التي تدور من الشرق إلى الغرب. وتتعامد، إلى حدّ ما، محاور جميع الكواكب، باستثناء أورانوس وبلوتون، مع مستوى دائرة البروج.

وتخضع الأقمار التي تدور حول الكواكب لقوانين الحركة المداريّة التي تخضع لها الكواكب، وتتطابق تقريباً مستوياتها المداريّة مع المستويات المداريّة للكواكب التي تدور حولها. ويدور معظم الأقمار، بما فيها قمر الأرض، حول محاورها مرّة واحدة في كلّ دورة حول الكوكب. ونتيجة لذلك، تُدير هذه الأقمار دائماً الجهة نفسها إلى الكوكب الذي تدور حوله.



▲ صورة لكوكب زحل أُخذت من الفضاء الخارجي







كوكب المرّيخ مع قمره

▼ صورة لكوكب المشتري أُخذت من الفضاء الخارجيّ

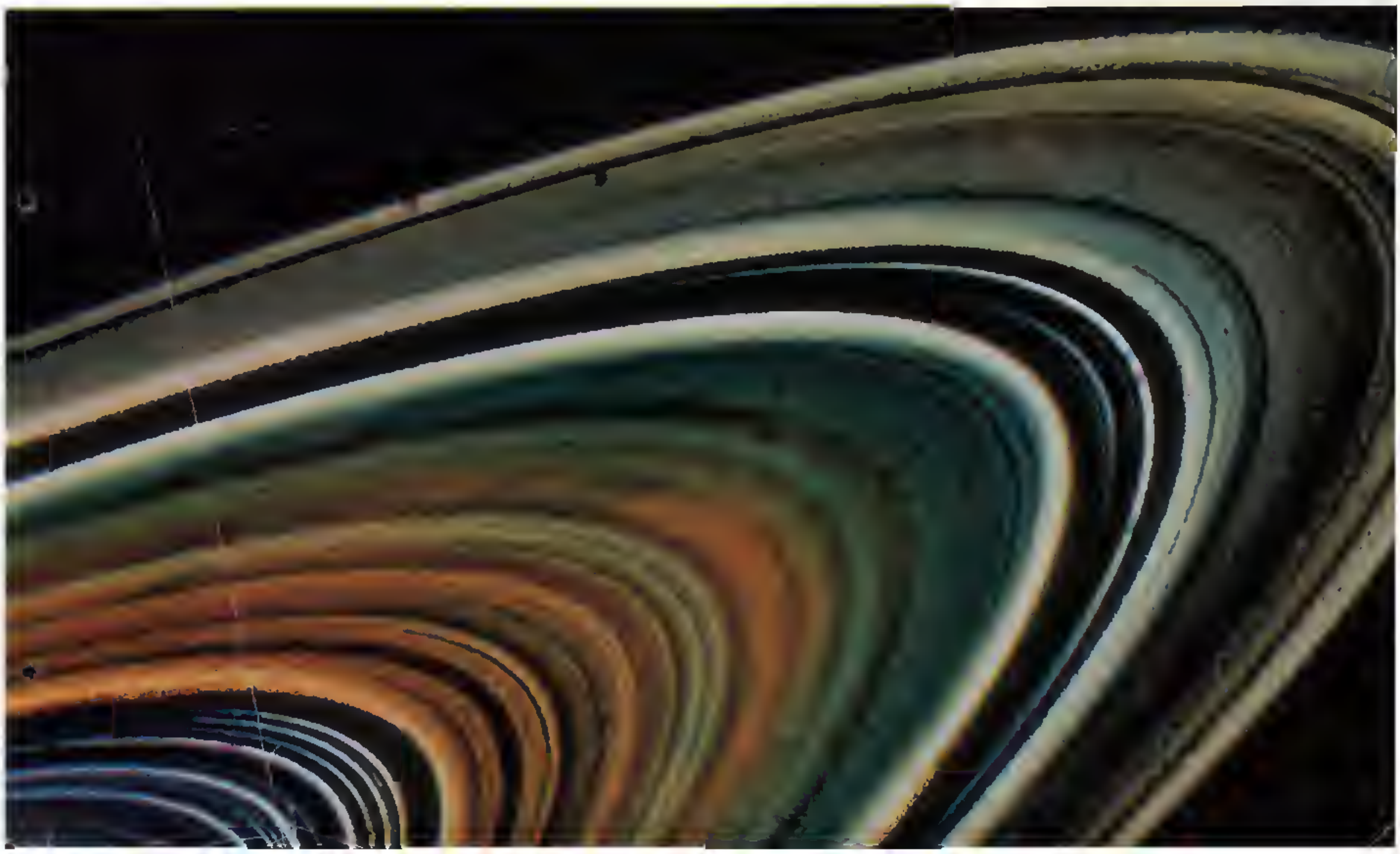






قمر إيو أحد أقرب أقمار المشتري الأربعة الكبرى والذي تمّ اكتشافه بتلسكوب جاليليو

الحلقات الغازيّة لكوكب زحل، كما التقطتها إحدى المركبات الفضائية

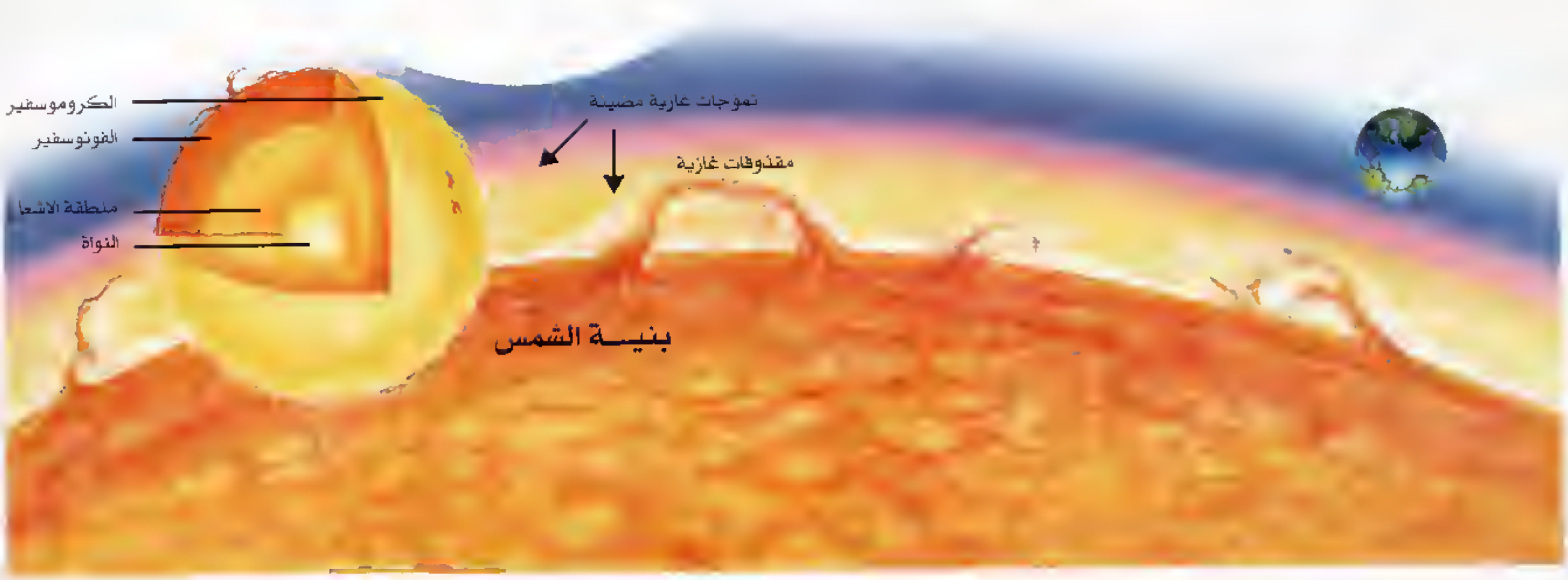




كوكب المشتري وقمره الثلجيّ

كوكب زندا خارج النظام الشمسيّ





النظام الشمسيّ

تندفع الشمس في الفضاء بسرعة ٢٤٠ كيلومتراً في الثانية، وتسحب معها الكثير من الأجرام الأصغر حجماً. وتُعرف المجموعة التي تشكّلها الشمس مع الأجرام المرافقة لها، بالنظام الشمسي. وتقوم هذه الأجرام معاً بدورة تدوم ٢٢٥ مليون سنة حول درب اللبّانة. وبغضّ النظر عن الشمس، يتراوح حجم الأجسام التي تؤلّف النظام الشمسيّ، من كوكب المشتري العملاق إلى جسيمات مجهريّة تُعرف بالجسيمات النيزكيّة الدقيقة وجُسيمات أصغر حجماً – ذرّات وجزيئات من الغاز البيّكوكبيّ. وتشكّل الأرض واحداً من أكبر الأجرام في النظام الشمسيّ، إلّا أنّها تُعتبر صغيرة جدّاً بالمقارنة مع الشمس أو المشتري.

لا يعلم الفلكيّون تماماً إلى أيّ مسافة يمتدّ النظام الشمسيّ. وعندما يكون بلوتون في أبعد نقطة له عن الشمس (الأوج)، أي على مسافة ٧,٢ مليارات كيلومتر تقريباً، يصبح أبعد كوكب معروف في النظام الشمسيّ. إلّا أنّ الكثير من المذنّبات تدور في مدارات تُبعدها أكثر عن الشمس، حتّى مسافة تفوق بمئات الأضعاف المسافة التي يصل إليها بلوتون. وحتّى على هذه المسافات الهائلة، تبقى قوّة الجذب التي تمارسها الشمس هي الطاغية وتتمكّن من إعادة المذنّب. ويشكّل حوالى مئة بليون مذنّب هالةً رقيقةً في الأنحاء الخارجيّة من النظام الشمسيّ. ويُشبه كلٌّ من هذه المذنّبات كرةً ثلجيّة عملاقة، يتراوح قطرها بين ٣٠ متراً و٣٠,٠٠٠ متر.

النظام الشمسيّ في الفضاء

تشكّل الشمس مركز النظام الشمسيّ، وهي عضو عاديّ جدّاً في مجموعة هائلة من النجوم تدور في كتلة هائلة لها شكل دولاب الهواء، وتُعرف بمجرّة درب اللبّانة. وتحتوي المجرّة على ما يقارب ١٠٠ بليون نجم.

يستعمل الفلكيّون، في أكثر الأحوال، السنة الضوئيّة كوحدة لقياس المسافات الفلكيّة الهائلة. وتساوي السنة الضوئيّة المسافة التي يقطعها الضوء في سنة واحدة، أو ٩,٤٠٨,٠٠٠,٠٠٠,٠٠٠ كيلومتر. ومن الأسهل التفكير بسنة ضوئيّة واحدة بدلاً من عدد كبير من الكيلومترات.

يبلغ قطر المجرّة حوالى ١٠٠,٠٠٠ سنة ضوئيّة. وأقرب جار إلى النظام الشمسيّ هو النظام الثلاثيّ النجوم المعروف بالظّلمان الرئيسي (ألفا) والقريب، والذي يبعد عن الشمس ٤,٣ سنوات ضوئيّة. وخارج درب اللبّانة، هناك مليارات المجرّات الأخرى التي تمتدّ في الفضاء. وبعض هذه المجرّات أكبر من درب اللبّانة، فيما بعضها الآخر أصغر منها بكثير. وتحتوي جميع هذه المجرّات تقريباً على مليارات النجوم.

لا يستطيع الفلكيّون رؤية طرف الكون، الذي يشكّل الفضاء الشاسع المحتوي على المجرّات وعلى جميع كميّة المادّة والطاقة الأخرى التي يُعرف بوجودها. ولكن، يُعتقد أنّ بعض المجرّات والأجسام الأخرى التي تمّ رصدها، تقع على بعد يتراوح بين ٥ و١٥ بليون سنة ضوئيّة من الشمس. ومقارنة مع هذه المسافات، يحتلّ نظامنا الشمسيّ حجماً ضئيلاً جدّاً في الفضاء.

أجزاء النظام الشمسيّ

قد يكون النظام الشمسيّ صغيراً جدّاً إذا ما قورن بالمسافات التي تقع عليها المجرّات أو حتى بنجوم أخرى مجاورة، إلّا أنّه هائل مقارنةً بالمسافات على الأرض. وهو أيضاً متنوّع جدّاً، إذ تتراوح الأجرام التي تؤلّفه بين الشمس الغازيّة الحارّة وبلوتون المتجلّد والمظلم.

الشمس

الشمس هي العضو المركزيّ في النظام الشمسيّ. وتُبقي قوّة الجذب التي تمارسها الشمس، المكوّنات الأخرى في مدارات حولها، وتتحكّم بحركاتها. ويفوق وزن الشمس، إلى حدّ بعيد، وزن جميع مكوّنات النظام الشمسيّ الأخرى مجتمعة. وتحتوي الشمس في الحقيقة على أكثر من ٩٩٪ من الكتلة الإجماليّة للنظام الشمسيّ.

إلّا أنّ الشمس ليست سوى نجم متوسّط الحجم؛ ولو كانت بعيدة عن الأرض مثل النجوم الأخرى، لما بدت أكبر حجماً أو أكثر سطوعاً من جيرانها. ولكن، بما أنّها أقرب نجم إلينا والنجم الوحيد الذي يمكن مشاهدة تفاصيل سطحه، فهي تشكّل أيضاً أحد أهمّ مصادر المعلومات المتوفّرة للعلماء حول كيفيّة عمل النجوم وتطوّرها.

توفّر الشمس جميع كميّة الحرارة والضوء وأشكال الطاقة الأخرى اللازمة للحياة على كوكبنا. وتؤمّن الشمس، في الواقع، كلّ طاقة النظام الشمسيّ تقريباً. ويتحكّم تجاذبها التثاقليّ بحركات (أو الطاقة الحركيّة) الكواكب والأجرام الأخرى. ويغمر الإشعاع المنبعث من سطح الشمس الكواكب، وهو مصدر جميع الإشعاعات المغنطيسيّة الكهربائيّة التي نتلقّاها، باستثناء بعض كميّات الإشعاع الضئيلة التي تأتي من ضوء النجوم الباهت وتحطّم الموادّ المشعّة على الكواكب والإشعاعات ذات الموجة الطويلة التي يطلقها كوكب المشتري والموجات الإشعاعيّة الراديّة والأشعّة السينيّة من الفضاء البعيد.

الكواكب

تدور الكواكب حول الشمس في مدارات منتظمة شبه دائريّة. وأقرب مدار إلى الشمس هو مدار عطارد، ويليه مدار الزهرة، ثمّ الأرض والمرّيخ والمشتري وزحل وأورانوس ونبتون وأخيراً بلوتون. ويتميّز مدار بلوتون بكونه إهليلجيّاً أكثر من مدار أي كوكب آخر. وعندما يكون بلوتون في أقرب نقطة في مداره إلى الشمس (الحضيض الشمسيّ أو نقطة الذنب) يكون أقرب إلى الشمس من نبتون.

تتشابه حركات الكواكب في الكثير من الأوجه. فجميع الكواكب تدور حول الشمس في المستوى نفسه تقريباً، وهو مستوى خطّ استواء الشمس. ويشكّل بلوتون الكوكب الأكثر اختلافاً من هذه الناحية، إذ أنّ مستواه المداريّ يشكّل زاوية من ١٧° تقريباً مع مستوى مدار الأرض حول الشمس. ويليه عطارد الذي يشكّل زاوية من ٧° مع مستوى الأرض المداريّ. وتقع مستويات مدارات الكواكب الأخرى ضمن فارق لا يتعدّى ٣,٥° من مدار الأرض.

ويمكن تصنيف الكواكب بحسب قربها إلى الشمس، أو وفقاً لخاصيّاتها الطبيعيّة. فعلى سبيل المثال، يُطلق على عطارد والزهرة، اللذين يقع مداراهما بين الشمس والأرض، اسم الكوكبين السفليّين. وتُعرف الكواكب التي تقع مداراتها بعد مدار الأرض نسبةً إلى الشمس، بالكواكب العلويّة. ويمكن أيضاً تقسيم الكواكب، وفقاً لموقعها، إلى كواكب داخليّة (عطارد والزهرة والأرض والمرّيخ) وكواكب خارجيّة (المشتري وزحل وأورانوس ونبتون وبلوتون).

ويعود السبب في هذا التقسيم إلى أنّ الكواكب الداخليّة الأربعة تتشابه من حيث التركيب – صخر سليكوني وحديد بنسب مختلفة – في حين أنّ الكواكب الخارجيّة الأربعة الرئيسيّة (من المشتري إلى نبتون) هي كواكب هائلة الحجم وقليلة الكثافة، وتتميّز بجوّ غازيّ سميك. وتتألّف هذه الكواكب بشكل رئيسيّ من الهيدروجين والهيليوم في الشكلين السائل والغازيّ. ويشكّل بلوتون حالة استثنائيّة؛ فهو أصغر بكثير من الكواكب الأخرى، ويتكوّن من الجليد والصخر.

ويدور حول سبعة من هذه الكواكب أجرام أصغر حجماً: الأقمار الطبيعيّة. ويحتلّ زحل المرتبة الأولى من حيث عدد الأقمار، إذ يدور حوله أكثر من ٢٠ قمراً. ولكلّ من الأرض وبلوتون قمر واحد فقط. ونظراً إلى كبر حجم هذين القمرين نسبةً إلى الكوكبين اللذين يدوران حولهما، فإنّ كلّاً من هذين النظامين المؤلّفين من كوكب وقمر يُعتبر أحياناً كوكباً مزدوجاً. ويفوق حجم كلّ من جانيميد (أحد أقمار المشتري) وتيتان (أحد أقمار زحل) حجم كوكب عطارد. وتتألّف الحلقات المحيطة بالمشتري وأورانوس ونبتون من عدد لا يُحصى من الأقمار الصغيرة جدّاً.

الكويكبات

هناك الكثير من الأجرام الصغيرة التي تدور حول الشمس في مدارات تقع، في معظمها، بين كوكبَي المرّيخ والمشتري. وتُعرف هذه الأجرام بالكويكبات أو الشبيّرات. وأكبر هذه الكويكبات هو سيريس الذي يتجاوز قطره ٩٦٠ كيلومتراً. لكنّ عدداً قليلاً فقط من الكويكبات، لها قطر يتجاوز ١٦٠ كيلومتراً؛ ولا يتجاوز قطر معظم الكويكبات المعروفة ١,٦ كيلومتر. ويُقدّر أنّ هناك ملايين الكويكبات بحجم صخرة ضخمة تدور حول الشمس في النظام الشمسيّ.

ولا تصل الكتلة الإجماليّة لجميع الكويكبات الموجودة في النظام الشمسيّ إلى أكبر من ثلاثة أضعاف كتلة سيريس. ويعتقد العلماء أنّ الكثير من الكويكبات الأصغر حجماً هي شظايا ناتجة عن الاصطدامات بين الكويكبات الأكبر حجماً. وقد يصطدم بعض هذه الشظايا بالأرض في شكل حجارة نيزكيّة. ويتمكّن العلماء، عند ذلك، من تحديد تركيبها وعمرها. ويُعتقد أنّ بعض الكويكبات يحتوي على عيّنات من الموادّ الأولى التي التحمت في السحابة العظمى، التي يُظنّ أنّ النظام الشمسيّ قد تكوّن منها.

المذنّبات

بين الحين والآخر، وعلى فترات غير منتظمة، تظهر في السماء بقعة من الضوء غير واضحة تماماً، ومصحوبة أحياناً بذنب يخرج منها. تقدّم هذه المذنّبات مظهراً مشهديّاً رائعاً، لكنها قليلة الحدوث. فإنّ معظم المذنّبات التي تُرصد كلّ سنة، لا يُرى إلّا بالتلسكوب. ولكن، بين الفينة والفينة، يظهر مذنّب

يمكن رؤيته بالعين المجرّدة؛ وبضع مرّات في كل قرن، يظهر مذنّب يمكن رؤيته حتّى في النهار. تحتوي المذنّبات على جسيمات غبار وعلى جليد الكثير من الموادّ التي توجد بشكلها الغازيّ على الأرض. وعند اقتراب المذنّب من الشمس، يتحوّل الجليد إلى بخار ويشكّل ذؤابة غازيّة ضُبابيّة حول الكتلة المتبقّية من الجسيمات الصلبة التي تُعرف بالنواة. وكلّما اقترب المذنّب من الشمس، تزداد كميّة المادّة المتبخّرة. ويقوم الإشعاع والجسيمات الشديدة الطاقة الصادرة عن الشمس بدفع هذه المادة بعيداً عن المذنّب، على شكل ذنب طويل يتجه دائماً بعيداً عن الشمس.

وقد تمكّن الفلكيّون من تحديد كتلة المذنّب، لأنّ المذنّب لا يكون كبيراً بالقدر الكافي ليؤثّر في مدارات الأجرام التي يدنو منها. فعلى سبيل المثال، مرّ أحد المذنّبات قرب أقمار المشتري دون أن يؤثّر في حركتها المداريّة. لكنّ مدار المذنّب قصُر إلى ربع طوله الأصليّ.

وقد سمحت هذه الوقائع للفلكيّين باستنتاج أنّ كتلة المذنّبات لا تتجاوز جزءاً من البليون من كتلة الأرض، وأنّ لمعظمها على الأرجح كتلة أصغر من ذلك. يحتوي المذنّب على نواة متجلّدة بقطر ١,٥ كيلومتر أو أكثر. وتندفع الغازات والجسيمات الدقيقة مبتعدة عن النواة، مع تفتّت النواة في حرارة الشمس. وتتفتّت المذنّبات بشكل كامل، فتنتهي كحشد مندفع من الجسيمات الدقيقة، أو تظهر في مآل الأمر على شكل أجرام عديمة الذنب شبيهة بكويكبات تواصل دورانها حول الشمس.

المادّة بين الكواكب

تدور كميّة كبيرة من المادّة – حطام من المذنّبات وشظايا صخريّة ومعدنيّة مثل الكويكبات الصغيرة جداً – في الفضاء بين الكواكب. وتُعرف هذه الشظايا بالجسيمات النيزكيّة. وكثيراً ما يصطدم جُسَيْم نيزكيّ بجوّ الأرض، حيث يتبخّر عادة بسبب الحرارة الناتجة عن احتكاكه بجزيئات الهواء. ويُعرف خطّ النور الذي ينشأ خلال تبخّر الجُسَيْم، بالشِّهاب (أو النيزك أو الأثر النيزكيّ). ويحدث أحياناً أن تبلغ قطع كبيرة من الصخر والمعدن سطح الأرض دون أن تتبدّد تبدّداً كاملاً؛ وتُعرف هذه البقايا بالحجارة النيزكيّة أو الرُّجُم.

وتوجد في الفضاء بين الكواكب جُسيمات أصغر حتّى من الجُسَيْمات النيزكيّة. وتتساقط الجُسَيْمات البالغة الصغر (لا يتجاوز قطرها جزءاً من خمسة آلاف من السنتيمتر) على الأرض في وابل متواصل. ويقدّر بعض الفلكيّين أنّ حوالى ١٠٠ طن من هذه الجسيمات النيزكيّة، تصل إلى الأرض كلّ يوم.

والجسيمات النيزكيّة هي جسيمات من الغبار البيْكركبيّ. ويبدو أنّ هذا الغبار يصبح كثيفاً جدّاً على طول مستوى مدارات الكواكب حول الشمس، الذي هو أيضاً مستوى كوكبات البروج[1]. وفي الليالي الصافية، يمكن رؤية وهج خفيف على طول خط دائرة البروج، بعد غروب الشمس مباشرة أو قبل شروقها مباشرة. ويكون هذا الوهج أحياناً بمثل لمعان درب اللبّانة. ويعتقد العلماء أنّ ذلك ناتج عن انعكاس ضوء الشمس على الغبار البيْكوكبيّ المتركّز على طول مستوى مدارات الكواكب.

وتطلق الشمس كميّة كبيرة من المادّة في الفضاء الشاسع الذي يفصل بين الكواكب. فمع دفق الإشعاع الذي يخرج بشكل متواصل من السطح، تطلق الشمس جسيمات مشحونة كهربائياً – إلكترونات ونوى ذريّة – ويُعرف هذا السيل بالرياح الشمسيّة، التي تنتشر إلى أبعد من الكواكب وتخرج من النظام الشمسيّ. ويؤدّي اصطدام الرياح الشمسيّة بالأرض إلى حدوث الشفق القطبيّ.

المسابير الفضائيّة

أضاف الإنسان الكثير من الأجسام إلى النظام الشمسيّ. فمنذ إطلاق سبوتنيك ١ في سنة ١٩٥٧، غادر الأرض عدد كبير من المسابير الفضائيّة والأقمار الصناعيّة. وتوفّر الأقمار الصناعيّة التي تدور حول الأرض، معلومات حول الظروف السائدة في طبقات الجوّ العليا وفي المنطقة التي تمتدّ فوق الجوّ مباشرة. وقد أُجريت دراسات حول حقل الأرض المغنطيسيّ، والإشعاع الشمسيّ عند التقائه جوّ الأرض، وتركيب وكثافة الجسيمات النيزكيّة وجسيمات الرياح الشمسيّة التي تحيط بجوّ الأرض.

هبط عدد من المسابير والمركبات الفضائيّة المأهولة على سطح القمر. كما أُرسلت مسابير غير مأهولة إلى الزهرة والمرّيخ والمشتري. وقد جُهّزت هذه المسابير بأجهزة وأدوات تسمح بدراسة الأحوال السائدة (درجة الحرارة، الضغط، الكثافة، التركيب الكيميائيّ) في أجواء هذه الكواكب وعلى سطوحها.

ماضي النظام الشمسيّ ومستقبله

تقدّم العلماء بنظريّات مختلفة لتفسير كيفيّة تكوّن النظام الشمسيّ. ونظراً إلى أنّ الأمر قد حدث منذ زمن بعيد جدّاً وأنّ المسافات التي تقتضيها هذه العمليّة هي مسافات هائلة بالمقاييس الأرضيّة، فإنّه من الصعب جدّاً الحصول على أدلّة كافية لاختبار نظريّات أصل النظام الشمسيّ. وتبقى المعلومات التي توفّرها المسابير الفضائيّة أهمّ مصدر للأدلّة.

وتنصّ نظريّة الكوكب الأوّلي، التي جاء بها جرارد ب. كويبر وتوماس شراودر شامبرلين، على أنّ النظام الشمسيّ تشكّل كناتج ثانويّ لتكوّن الشمس. وتقول هذه النظريّة إنّ سحابة ضخمة من المادة البيْنجميّة انقبضت وشكّلت السديم الشمسيّ، الذي تكثّف مركزه وأصبح ما يُعرف بالشمس الأوّليّة. ومع دوران الجزء الخارجيّ من السحابة حول الشمس الأوّليّة، أدّت الجاذبيّة إلى تشكّل تكتّلات كثيفة داخل السديم الشمسيّ. وانقبضت هذه التكتّلات لتشكيل كواكب أوّليّة تدور حول نفسها ببطء. ومع انقباض الشمس الأوّليّة بسبب قوّة الجاذبيّة، ارتفعت حرارتها وطردت معظم ما تبقّى من السحابة في الفضاء. وفقدت الكواكب الأوّليّة أيضاً غلافاتها الخارجيّة، لكنّ ما بقي منها كان كافياً لينقبض ويشكّل الكواكب الحاليّة. وعلى مقياس أصغر، تطوّرت الأقمار الأوّليّة إلى أقمار.

يتوقّف مستقبل النظام الشمسيّ على الأرجح على سلوك الشمس. فإذا كانت النظريّات الحاليّة حول تطوّر النجوم صحيحة، فستبقى الشمس بحجمها الحالي وعلى درجة حرارتها الحاليّة، لمدّة ٤ أو ٥ بلايين سنة أخرى. ومع انقضاء هذه المدّة، تكون الشمس قد حرقت جميع كميّة الهيدروجين التي تحتوي عليها. وستبدأ عندها تفاعلات نوويّة أخرى تشمل الهيليوم وذرّات أثقل وزناً. ثمّ يبدأ حجم الشمس ولمعانها بالإزدياد، وتتحوّل إلى عملاق أحمر يمتدّ إلى ما بعد مدار الزهرة، وربما أيضاً يبتلع الأرض. وفي وقت لاحق، بعد أن تكون جميع مصادر الطاقة النوويّة قد نفدت تماماً، ستبدأ الشمس بالابتراد والتحوّل إلى نجم قزم أبيض. ومع انخفاض درجة الحرارة، يتحوّل القزم الأبيض بدوره إلى قزم أسود كثيف وغير مُضيء مكوّن من المادّة الهامدة. وسيدور حول هذا النجم الميت ما تبقى من الكواكب، وقد تحوّلت إلى أجرام متجلّدة.

موقع الشمس في الكون

يُطلق الفلكيّون اصطلاحاً على متوسّط المسافة بين الأرض والشمس اسم الوحدة الفلكيّة، وهي تساوي ١٤٩,٥٩٧,٨٧٠ كيلومتراً. ويبلغ شعاع الشمس حوالى ٦٩٢,٠٠٠ كيلومتر، أو ما يعادل ١٠٩,٣ أضعاف شعاع الأرض، ما يجعل حجم الشمس حوالى ١,٣٠٦,٠٠٠ ضعف حجم الأرض. وقد وجد الفلكيّون، من طريق الحساب، أنّ كتلة الشمس، أو كميّة المادّة التي تحتويها، تفوق بحوالى ٣٣٣,٤٠٠ ضعف كتلة الأرض.

يقطع شعاع الضوء الذي تطلقه الشمس، الفضاء بسرعة ٢٩٨,٠٥١ كيلومتراً في الثانية تقريباً، فيحتاج إلى حوالى ٨ دقائق و١٩ ثانية ليصل إلى الأرض؛ ويحتاج الضوء القادم من النجوم الأخرى إلى وقت أطول لبلوغ الأرض. فيستغرق، مثلاً، الضوء الآتي من أقرب النجوم إلينا بعد الشمس – نجم القُنْطُس الرئيسي – أكثر من أربع سنوات ليصل إلى الأرض، ويحتاج الضوء القادم من مركز مجرّتنا – درب اللبّانة – إلى آلاف السنوات ليصل إلى الأرض. ونظراً إلى أنّ الشمس قريبة جداً منا، فهي تبدو أكبر بكثير من النجوم الأخرى. وتبدو النجوم من الأرض كنقاط من الضوء، حتّى عندما يجري رصدها بأقوى التلسكوبات.

تختلف النجوم اختلافاً كبيراً من حيث الحجم واللون. وتتراوح بين النجوم العملاقة، التي يفوق حجمها حجم الشمس إلى حدّ بعيد، والنجوم القزمة، التي يمكن أن تكون أصغر من الشمس بكثير. أمّا لجهة اللون، فتتراوح بين النجوم الزرقاء الضاربة إلى البياض التي تتميّز بدرجات حرارة سطحيّة مرتفعة جداً (أكثر من ٣٠,٠٠٠ كلفين أو ٢٠,٢١٢° مئويّة)، ونجوم حمراء باردة نسبيّاً (أقلّ من ٣٥٠٠ كلفين أو ٢٢٠٦° مئويّة). والشمس هي نجم قزم أصفر، وهو نوع من النجوم الشائعة الوجود في درب اللبّانة؛ وتبلغ درجة حرارة الشمس السطحيّة حوالى ٥٨٠٠ كلفين أو ٣٧٧٨° مئويّة.

دراسة الشمس

استُعمل التلسكوب في دراسة الشمس منذ سنة ١٦١٠. ويسمح التلسكوب للعلماء بوصف مظهر الشمس، ومراقبة حركة البقع الشمسيّة، وقياس دوران الشمس حول محورها. وقد تمّ اختراع التلسكوب البرجيّ الشمسيّ، وهو تلسكوب عموديّ خاصّ، لدراسة الشمس. ويسمح طوله البؤريّ الكبير بإعطاء صور كبيرة جدّاً عن الشمس (بقطر قد يتجاوز ٧٥ سنتيمتراً). ويُستعمل تلسكوب خاصّ آخر لدراسة طفاوة الشمس (جوّ الشمس). ويقوم هذا الجهاز بحجب الضوء المباشر الصادر عن قرص الشمس، ويسمح برؤية جوّ الشمس الخارجيّ القليل السطوع الذي يُعرف بالطُفاوة أو الهالة.

وعندما يمرّ شعاع من الضوء عبر موشور[2] أو مُحزّزة حُيود، ينقسم إلى مجموعة من الألوان تُعرف بالطَّيْف. ويحلّل العلماء هذا الطيف لتحديد نوع الموادّ الكيميائيّة التي تؤلّف الشمس وكميّتها وموقعها وحالتها الفيزيائيّة.

في سنة ١٨١٤، بدأ جوزف فون فراونهوفر بدراسة شاملة للطيف الشمسيّ. ووجد أنّ عدداً كبيراً من الخطوط الداكنة تقطع الطيف، وهي تُعرف اليوم بخطوط الامتصاص أو خطوط فراونهوفر. وفي أثناء ذلك، انصرف علماء آخرون إلى دراسة الضوء الذي تطلقه العناصر الغازيّة وتمتصّه عندما تُسخَّن في المختبر. واكتشف هؤلاء العلماء أنّ كلّ عنصر يعطي دائماً مجموعة من خطوط الابتعاث الخاصّة به وحده. وتبيّن أنّ الخطّ الشمسيّ الداكن الذي أسماه فراونهوفر الخطّ «د» D يحتلّ دائماً، في الطيف، الموضع الذي يحتلّه الخطّ الساطع الذي يعطيه الصوديوم عندما يُسخَّن في المختبر.

ويتّفق العلماء اليوم على أنّ الخطوط الداكنة تمثّل العناصر الموجودة في جوّ الشمس. ويعود لون الخطوط الداكن إلى أنّ العناصر في جوّ الشمس تمتصّ الخطوط الساطعة التي يطلقها العنصر في قرص الشمس.

وقد وفّر ربط خطوط الطيف بالعناصر التي تطلقها أو تمتصّها، وسيلةً لدراسة تركيب سطح الشمس. وقد تبيّن أنّ جميع العناصر تقريباً المعروفة على الأرض موجودة أيضاً في الشمس. وأظهرت الدراسات على الطيف الشمسيّ أنّ الهيدروجين يؤلّف حوالى ٩٢٪ من جوّ الشمس، والهيليوم حوالى ٨٪. ويحتوي جوّ الشمس أيضاً على الكربون والنتروجين والأكسجين والصوديوم وعناصر أخرى.

وتُستعمل أيضاً مِرسمة الطيف الشمسيّ والمُرشِّح المزدوج الانكسار، لدراسة جوّ الشمس. ويستطيع كلا الجهازين قصر الضوء الذي يمرّ عبرهما، على مجموعة صغيرة جداً من الأطوال الموجيّة، مثل الضوء الأحمر الذي يطلقه الهيدروجين أو الضوء البنفسجي الذي يطلقه الكلسيوم.

في سنة ١٩٤٢، اكتشف العلماء أنّ الشمس تطلق أيضاً موجات راديّة (اشعاعيّة، لاسلكيّة) إلى جانب الاشعاعات الشمسيّة المعروفة، مثل الضوء والأشعة السينيّة (أشعّة إكس). وأحد أسباب هذه الموجات الراديّة هو الحركة الحراريّة للذرّات في جوّ الشمس. وقد أظهرت الدراسات التي أجريت بالتلسكوبات اللاسلكيّة أنّ الموجات الراديّة تنبعث من مجال أكبر من جوّ الشمس المرئيّ، ما يدلّ على أنّ جوّ الشمس يمتدّ إلى أبعد ممّا يمكن رؤيته.

على الأرض، تكون فعاليّة التلسكوب محدودة لأنّ جوّ الأرض يمتصّ قسماً كبيراً من إشعاع الشمس. لذا، فمع تقدّم علوم الفضاء، أُطلقت صواريخ وأقمار صناعيّة فوق جوّ الأرض، وقد جُهّزت بأدوات وأجهزة سمحت بملء الفرجات الفارغة في الطيف الشمسيّ.

(١) البروج: دائرة ترسمها الشمس في سيرها في السماء في سنة واحدة، وتقسم الدائرة إلى اثني عشر، كلّ واحد منها ٣٠ درجة، أسماء المعاصرون عن غير حاجة الدائرة الكسوفيّة.

(٢) الموشور: مجسّم من بلّور قاعدته مثلثة الأضلاع.

نواة الشمس العنيفة

تبدو الشمس ككرة مشتعلة. وهي غالباً ما تُصوَّر كدائرة محاطة بألسنة اللهب. لكنّ حرارة الشمس تبلغ درجات في غاية الارتفاع، بحيث أنّه لا يمكن لأيّ تفاعل كيميائيّ مثل التفاعلات التي تحدث على الأرض، كالاحتراق مثلاً، أن يحدث على سطحها. ثمّ لو أنّ الاحتراق هو الذي يولّد طاقة الشمس، لكانت قد نفدت من الوقود منذ ملايين السنين.

وقد تقدّم العلماء بنظريّات مختلفة لتفسير الطاقة الهائلة التي تطلقها الشمس. وتنصّ إحدى النظريّات على أنّ جميع جسيمات المادّة الموجودة في الشمس تمارس تجاذباً ثقاليّاً، الواحد على الآخر، ما يؤدّي إلى انكماش الشمس وتراصّها. إنّ هذه العمليّة، المعروفة بالانقباض الثقاليّ، تحدث فعليّاً في بعض النجوم، ويمكن أن تطلق كميّة كبيرة من الطاقة. إلّا أنّ الانقباض الثقاليّ لا يستطيع توليد الطاقة لأكثر من ٥٠ مليون سنة كحدّ أقصى، في حين أنّ عمر الشمس لا يمكن أن يكون أقلّ من عمر الأرض الذي يساوي ٤,٥ بلايين سنة.

جاءت النظريّة الذريّة أخيراً بالتفسير المطلوب. ويتّفق العلماء اليوم على أنّ التفاعلات النوويّة الحراريّة هي مصدر الطاقة الشمسيّة. وأظهرت الحسابات النظريّة التي أجراها ألبرت أينشتاين أنّه يمكن تحويل قدر قليل من الكتلة إلى قدر كبير من الطاقة. وتستطيع الكميّة الهائلة من المادّة الموجودة في الشمس أن توفّر الوقود اللازم للتفاعلات النوويّة طوال ملايين السنين. ويعتقد العلماء أنّ نواة الشمس هي كتلة كثيفة جدّاً وحارّة جدّاً من النوى الذريّة والالكترونات. وقد حدّدت درجة حرارتها بالعمليّات الحسابيّة بحوالى ١٥,٠٠٠,٠٠٠ كلفين أو ١٠,٢٠٠,٠٠٠° مئويّة. وفي هذه الشروط، يمكن أن تتصادم النوى وتلتحم، فتشكّل نوى جديدة أثقل وزناً. ويُعرف هذا النوع من التفاعلات النوويّة الحراريّة بالالتحام. وأثناء هذا النوع من التفاعل، يتحوّل قسم من كتلة النوى إلى طاقة. وغالباً ما تحدث عمليّتان بوجه الخصوص، هما دورة الكربون والتفاعل البروتونيّ الاتّحاديّ.

الفوتوسفير والبقع الشمسيّة

الفوتوسفير (أو الكرة الضوئيّة) هو سطح الشمس النيّر، وهو أعمق طبقة مرئيّة من الشمس، وتتراوح درجات حرارة سطح الشمس بين ٧٥٠٠ كلفين أو ٤٩٠٠° مئويّة في الأسفل، و ٤٧٠٠ كلفين أو ٣٠٠٠° مئويّة في الأعلى. ويبلغ معدّل درجات حرارة سطح الشمس ٥٨٠٠ كلفين أو ٣٧٧٨° مئويّة. يتميّز الفوتوسفير ببنية محدّدة: تفصل مناطق داكنة، تبدو كقنوات أو شبكات، بين الكثير من الحُبَيبات الصغيرة المضيئة. وتظهر صور الفوتوسفير الملتقطة عن ارتفاع عالٍ أنّ الحبيبات هي قمم عواميد من الغاز يصل قطرها إلى مئات الكيلومترات. وتتشكّل هذه العواميد ثمّ تزول بصورة متواصلة. وتقول إحدى الفرضيّات إنّ الحُبَيبات هي رؤوس عواميد من الغاز تصعد وتنزل في الفوتوسفير.

ويشير انتظام التحبّب إلى أنّ هدوءاً نسبيّاً يسود سطح الشمس. إلّا أنّ السطح يتعرّض دوريّاً لاضطرابات عنيفة. وتظهر هذه الاضطرابات عموماً كنقاط أدكن لوناً. تُعرف بالمسام، على خلفيّة الفوتوسفير النيّرة. ويرتفع عادة عدد هذه المسام، ويزداد حجمها بسرعة لتشكيل بقعة شمسيّة كبيرة واحدة أو مجموعة من البقع الشمسيّة.

لاحظ علماء الفلك القدماء أنّ البقع الشمسيّة تزيح من موقعها. واستنتج چاليليو أنّ هذه الزحزحة ناتجة عن دوران الكرة الشمسيّة. وتتمّ دورة الشمس المرئيّة في حوالى ٢٧ يوماً، وهي مدّة تشمل أيضاً حركات الأرض. وتختلف مدّة دوران الشمس الفعليّة مع العرض الجغرافيّ للشمس؛ فهي تبلغ ٢٥ يوماً عند خطّ استواء الشمس و٢٧,٤ يوماً عند خطّ العرض ٤٠°. ويحدث هذا التأخير لأنّ الشمس تدور كغاز وليس كجسم صلب.

للبقع الشمسيّة النموذجيّة مركز مستدير داكن، يُعرف بالظلّ، تحيط به منطقة أفتح تُعرف بشبه الظلّ. وتتشكّل منطقة شبه الظلّ من الأشعّة المنطلقة من مركز منطقة الظلّ. وتختلف البقع الشمسيّة اختلافاً كبيراً من حيث الحجم، لكنها تبقى دائماً صغيرة، مقارنةً بحجم الشمس. وعندما تظهر البقع الشمسيّة في مجموعات، تمتدّ أحياناً على آلاف الكيلومترات. وتشير دُكنة منطقة الظلّ إلى أنّ البقع الشمسيّة أقلّ حرارة من الفوتوسفير. ويُعتقد أنّ مناطق الظلّ أبرد بحوالى ٢٠٠٠ كلفين أو ١١٧٠° مئويّة من الفوتوسفير. وعندما تقترب مناطق الظلّ من حافّة الشمس، تبدو أيضاً أكثر انخفاضاً من الفوتوسفير.

رُصدت البقع الشمسيّة بانتظام منذ سنة ١٧٥٠ إلى يومنا الحاضر. وقد تبيّن بنتيجة هذه المشاهدات أنّ البقع تظهر وتختفي وفق دورة محدّدة، وأنّها تقتصر على منطقتين فقط من الشمس واقعتين بين خطّي العرض ٤٠° و٥° من نصفَي الكرة الشمسيّة الشماليّ والجنوبيّ. وتستمرّ هذه الدورة ما معدّله ١١ سنة. في بداية الدورة، تظهر بضع بقع في جوار ٣٥° شمالاً وجنوباً. ثمّ يزداد عدد البقع بسرعة، وتبلغ حدّها الأقصى في غضون ٥ سنوات تقريباً. وفي الوقت نفسه، تتحرّك البقع ببطء باتّجاه خطّ الاستواء. وخلال السنوات الستّ اللاحقة، يتراجع عدد البقع فيما تواصل الاقتراب من خطّ الاستواء. تنتهي الدورة عند هذه المرحلة، وتبدأ دورة أخرى على الفور.

لاحظ الفلكيّ الأميركيّ جورج إ. هايل أنّ بعض صور البقع الشمسيّة يُظهر وجود بنى تبدو وكأنّها تتبع خطوط القوّة المغنطيسيّة. وكثيراً ما تبدو بقعتان شمسيّتان وكأنّهما تشكّلان القطبين الشماليّ والجنوبيّ لحقل مغنطيسيّ. وقد تمكّن هايل، في نهاية الأمر، من إثبات أنّ البقع الشمسيّة هي بالفعل مراكز لحقول مغنطيسيّة. إضافة إلى ذلك، اكتشف العلماء أنّه من دورة (من ١١ سنة) إلى أخرى، يحدث انعكاس تامّ لقطبيّة البقع الشمسيّة في نصفَي الكرة الشمسيّة الشماليّ والجنوبيّ، ما يعني أنّ الدورة المغنطيسيّة للبقع الشمسيّة تستمرّ ٢٢ سنة. وتدعم هذه الظاهرة النظريّة القائلة إنّ حقولاً مغنطيسيّة محليّة ترتبط بشكل من الأشكال بوجود البقع الشمسيّة.

الكروموسفير

الكروموسفير (أو الكرة الملوّنة) هو الطبقة الواقعة فوق الفوتوسفير، وقد أُعطي هذا الاسم نظراً إلى لونه الضارب إلى الحمرة، والذي يمكن رؤيته أثناء كسوفات الشمس الكليّة. تمتصّ الطبقة السفليّة من الكروموسفير قسماً من الضوء الذي يطلقه الفوتوسفير (سطح الشمس النيّر)، فتخلق خطوط الامتصاص الداكنة في الطيف الشمسيّ. ويحدث هذا الامتصاص لكون الجزء السفليّ من الكروموسفير أبرد من الفوتوسفير. إلّا أنّ درجة



مقذوفات غازيّة، كما التقطها تلسكوب هابل







حرارته ترتفع مع الوزن حتّى تصل إلى ١,٠٠٠,٠٠٠ كلڤين أو ١٨٠,٠٤٠° مئوية عند الحدّ العلويّ للكروموسفير.

ويحدث معظم «الظواهر الجوية» على الشمس في الكروموسفير. فعندما يُنظَر إلى الكروموسفير تحت ضوء هيدروجيني أو تحت ضوء الكلسيوم البنفسجيّ، تظهر مناطق لامعة تقع عادة فوق البقع الشمسية أو قربها. وقد تكون هذه المناطق اللامعة امتدادات للبقع اللامعة – الصَّياخِد Faculae – التي تظهر على الفوتوسفير قرب البقع الشمسية.

ويشكّل الإندلاع الشمسيّ ظاهرة أعنف من ذلك بكثير، تتمثّل في انفجار كروموسفيري يندلع من منطقة لامعة. ويمكن أن يطلق الاندلاع أو الانفجار الشمسيّ إشعاعاً ذا طاقة عالية وجسيمات مشحونة غنيّة بالطاقة. وتتشكّل عادة الاندلاعات الشمسية بسرعة كبيرة، وتبلغ الحدّ الأقصى من السطوع في ظرف بضع دقائق، ثم تتلاشى ببطء. وتطلق أحياناً الاندلاعات الشمسيّة القويّة جدّاً أشعة سينيّة وموجات إشعاعية (راديّة) وحشوداً من الجسيمات المشحونة. ويمكن أن تشكّل هذه التدفّقات المفاجئة من الطاقة خطراً كبيراً على روّاد الفضاء خارج جو الأرض الواقي، لأنّ هذا الإشعاع السريع الحركة يستطيع اختراق جدران المركبات الفضائية وإلحاق الضرر بخلايا الجسم.

لاحظ علماء الفلك الأوائل وجود حلقات وأشرطة حمراء حول قرص الشمس المظلم، أثناء حدوث كسوف شمسيّ. وتُعرف هذه الأشرطة بالشُّواظات (جمع شُواظ) الشمسيّة. وقد تبيّن في وقت لاحق أنّ المناطق الطويلة الداكنة الخيطيّة الشكل، التي كانت تُعرف باسم الخيوط، هي أيضاً شُواظات. وتنتشر الشُّواظات، أو الخيوط، على سطح الشمس. ومثل معظم الظواهر الشمسيّة الأخرى، لا يزال الشُّواظ غير مفهوم تماماً. وقد يكون هناك عدّة أنواع مختلفة من الشُّواظات. ويمكن أن تحافظ الشُّواظات الهادئة على شكلها لأشهر عدّة، في حين أنّها، في المناطق الناشطة، لا تدوم عادة وقتاً طويلاً. وتمتدّ الشواظات الطويلة على مسافة ١٥٠,٠٠٠ كيلومتر تقريباً ويصل عرضها عادة إلى بضعة آلاف الكيلومترات. ويبدو أنّ هذه الشواظات تتشكّل من المادّة المتوهّجة التي تسقط باطّراد من هالة الشمس إلى داخل الكروموسفير، وذلك إلى حدّ ما، كما يتكثّف المطر في سماء الأرض. لكنّ الشواظ قد يرتفع، وأحياناً ينفجر باتجاه الأعلى بسرعات تصل إلى ١٦٠٠ كيلومتر في الثانية.

هالة الشمس

تحيط هالة الشمس (أو طُفاوة الشمس) بالكروموسفير، وهي جوّ خارجيّ خفيف اللمعان. ونظراً إلى كون هذا الجوّ أبهت بآلاف الأضعاف من قرص الشمس، فليس بالإمكان رؤيته عادة. وقبل اختراع جهاز مراقبة هالة الشمس، لم يكن بالامكان رؤية الهالة إلّا أثناء كسوف الشمس الكلّي. فعندما يُحجب الكروموسفير، تبدو الهالة كدارة فضّية تحمل أقواساً وأشرطة طويلة. وتكون الأقواس مرئيّة عادة فوق مناطق الاضطراب، ولا سيّما حيث تتواجد الشُّواظات. وعندما تكون البقع الشمسيّة في حدّها الأدنى، يكون للهالة أشرطةٌ طويلة على طول خطّ الاستواء مع شعاعات قصيرة عند القطبين. ويصبح شكل الهالة، عندئذ، شبيهاً بشكل خطوط القوّة حول كرة مغنطيسيّة. ويتغيّر هذا الشكل عندما تكون البقع الشمسيّة في حدّها الأقصى. وتصبح الهالة عندئذ شبه دائريّة، وتتوزّع الأشرطة على نحو متماثل حول قرص الشمس.

لم يتمكّن العلماء لوقت طويل من مطابقة خطوط الانبعاث في طيف الهالة مع العناصر الموجودة على الأرض. واعتقدوا أنّها انبعاثات عنصر الكورونيوم غير الموجود على الأرض. وأظهرت الأبحاث المتقدّمة في مجال الذرّة أنّ هذه الخطوط يمكن أن تتشكّل عندما يكون لغازات الحديد والنيكل والكلسيوم، كثافةٌ منخفضة جدّاً ودرجة حرارة مرتفعة جدّاً.

ومن المعروف اليوم أنّ الهالة تتألّف من أحد أشكال المادّة المعروف بالغاز المؤيّن، وهو غاز حارّ جدّاً يتكوّن من سحاب كثيف من الجُسَيمات المشحونة. وتصل درجة حرارة الهالة إلى حوالى ٢,٠٠٠,٠٠٠ كلڤين أو ١,٣٦٠,٠٨٠° مئويّة، لكنّها ليست كثيفة، بما فيه الكفاية، لتوليد كميّة كبيرة من الحرارة. عندما يعبر نيزك هالة الشمس فإنّه لا يحترق ويتبدّد كما يحدث عادة في جوّ الأرض، الذي هو أقلّ حرارة من الهالة، ولكن أشدّ منها كثافة. ويسود الاعتقاد أنّ الهالة تسخن بنتيجة حركة الحبيبات والشويكات (ج: شوك) في الفوتوسفير والكروموسفير. ويمكن أن تنتقل هذه الطاقة بواسطة التصادمات المباشرة بين ذرّات الطبقات الواقعة تحت الهالة وذرّات الهالة، أو عبر موجات صدميّة تنتشر إلى الخارج عبر الكروموسفير إلى الهالة.

الرياح الشمسيّة

صادفت المركبات الفضائيّة المسافرة في الفضاء بين الكواكب، سيولاً من الجُسَيمات المشحونة الغنيّة بالطاقة صادرة عن الشمس. تُعرف هذه السيول بالرياح الشمسيّة، وهي تخرج من الشمس بشكل شعاعيّ وتجري عبر النظام الشمسيّ، وتمتدّ على الأقلّ إلى مدار كوكب نبتون. تطلق الهالة هذه الجسيمات بصورة متواصلة، لكنّ عددها يزداد إلى حدّ بعيد بعد الانفجارات الشمسيّة. وتسير الجسيمات بسرعة تتراوح بين ٣٥٠ و٧٠٠ كيلومتر في الثانية.

تتألف الرياح الشمسيّة أيضاً من الغاز المؤيّن. وهي مكوّنة بشكل رئيسيّ من مزيج من البروتونات والالكترونات، إضافة إلى كميّات قليلة من نوى بعض العناصر الأثقل وزناً. وتتشكّل الجسيمات التي تؤلّف الرياح الشمسيّة بنتيجة تمدّد غازات الهالة وتبخّرها. وتطلق الشمس بهذه العمليّة حوالى مليون طنّ من الغاز في الثانية. وتزداد سرعة الجسيمات بسبب درجات الحرارة المرتفعة في الهالة، وتصل إلى سرعات مرتفعة جدّاً تسمح لها بالافلات من حقل جاذبيّة الشمس. وعندما تغادر الجسيمات، تأخذ معها جزءاً من حقل الشمس المغنطيسيّ. ونظراً إلى دوران الشمس حول محورها وإلى التدفّق المنتظم للجسيمات، فإنّ خطوط الحقل المغنطيسيّ الذي تحمله الرياح الشمسيّة، تخُطُّ منحنيات في الفضاء. وتتسبّب الرياح الشمسيّة بإبعاد ذنب المذنّبات المارّة عن الشمس. وعندما تصطدم الرياح الشمسيّة بحقل الأرض المغنطيسيّ، تُحدث موجة صدميّة. ولا تزال طبيعة هذه الموجة الصدميّة غير مفهومة تماماً. وفي جوار الأرض، تخلق الرياح الشمسيّة عواصف مغنطيسيّة والشفق القطبيّ، وتؤدّي إلى خُبوّ الارسال اللاسلكيّ.

الخسوف والكسوف

يشير الخسوف أو الكسوف إلى تعتيم جرم سماويّ. ويحدث ذلك عندما يسقط ظلّ جرم في الفضاء على جرم آخر، أو عندما يمرّ جرم أمام جرم آخر فيحجب ضوءه. ويحدث كسوف الشمس، عندما تُظلم الشمس ظاهرياً شيئاً فشيئاً، مع مرور القمر بين الشمس والأرض. ويحدث خسوف القمر عندما يُظلِم القمر مع مروره في ظلّ الشمس.

ويمكن أن تحجب أيضاً أجرام سماويّة أخرى، غير الشمس والقمر، بعضُها بعضاً. فكوكب المشتري، مثلاً، يحجب أحياناً الضوء عن أقماره. وبدورها، تلقي أقمار المشتري أحياناً ظلالاً على الكوكب. وفي بعض الأحيان، يحجب القمر، أو جرم سماويّ آخر، الضوءَ عن كوكب أو نجم بعيد. ويشير الفلكيّون إلى نوع معيّن من النجوم المتغيّرة، باسم الثنائيّ الاحتجابيّ. ويتألّف الثنائيّ الاحتجابيّ من نجمين يدوران الواحد حول الآخر، بحيث يحجب كلّ منهما الضوء عن الآخر بشكل دوريّ. ويتناول هذا البحث، بشكل رئيسيّ، خسوف القمر وكسوف الشمس.

متى يحدث الخسوف أو الكسوف

تلقي الأرض والقمر دائماً ظلالاً في الفضاء، ويدور القمر حول الأرض مرّة واحدة تقريباً في الشهر. ولكن لا يحدث خسوف للقمر أو كسوف للشمس كلّ شهر. فمدار القمر مائل بنحو ٥° على مدار الأرض حول الشمس، ولذلك فإنّ ظلّ القمر لا يسقط عادة على الأرض ولا يحدث بالتالي كسوف شمسيّ. وبطريقة مماثلة، لا يتعرّض القمر للخسوف في أكثريّة الأحوال، إذ يمرّ فوق ظلّ الأرض أو تحته. وهكذا، فإنّ الكسوف أو الخسوف لا يحدث إلّا عندما تكون الأرض والشمس والقمر في خطّ شبه مستقيم.

يستطيع الفلكيّون التنبّؤ بحدوث الخسوفات والكسوفات بكثير من الدقّة. ويمكن رؤية كسوفين على الأقل وثلاثة خسوفات، كلّ سنة، في أماكن مختلفة من العالم.

الكسوف

يحدث كسوف الشمس عندما يغطّي ظلّ القمر تدريجياً وجه الأرض. ويتحرّك الظلّ عادة من الغرب إلى الشرق، فوق سطح الأرض، بسرعة ٣٢٠٠ كيلومتر في الساعة تقريباً. ويمكن أن يرى الناس الموجودون في مسار الظلّ، واحداً من ثلاثة أنواع من الكسوفات. يحدث الكسوف الكلّي إذا حجب القمر الشمس تماماً. وإذا كان القمر في أبعد نقطة له عن الأرض عندما يحدث الكسوف الكلّي، يمكن أن يصبح الكسوف كسوفاً حلقياً. وفي مثل هذا النوع من الكسوفات، لا يعتّم القمر سوى وسط الشمس، تاركاً حلقة ساطعة حول الأطراف. ويحدث الكسوف الجزئيّ عندما لا يغطّي القمر سوى جزء فقط من الشمس.

يشكّل الكسوف الكلّي أحد أكثر المناظر الطبيعيّة تأثيراً في النفس. ويظهر القمر المظلم على الطرف الغربيّ للشمس، ويتحرّك ببطء في عرض الشمس. وفي لحظة الكسوف الكلّي، تظهر هالة لامعة للعيان تحيط بقرص الشمس المظلم. وهذه الهالة هي جوّ الشمس الخارجيّ، أو الطفاوة. وتبقى السماء زرقاء لكنّها تصبح أغمق لوناً. وقد يصبح من الممكن رؤية بعض النجوم الشديدة السطوع والكواكب من الأرض. وبعد بضع دقائق، تعود الشمس إلى الظهور مع ابتعاد القمر إلى الشرق. وقد تبقى الشمس مظلمة تماماً حتى ٧ دقائق و٤٠ ثانية، لكنّها تُظلم في المعدّل مدّة دقيقتين ونصف دقيقة.

ولا يمكن رؤية الكسوف الكلّي إلّا في أماكن معيّنة من العالم. وتقع هذه المناطق في مسار الكلّيّة، أي المسار الذي يمرّ فيه ظلّ القمر فوق الأرض. ولا يكون مسار الكلّيّة أبداً أعرض من حوالى ٢٧٤ كيلومتراً.

يجب ألّا ننظر أبداً إلى الكسوف بشكل مباشر، فالإشعاع الصادر عن الشمس – وحتى عن الهالة وحدها – يمكن أن يؤذي العينين. ولا يلغي استعمال طبقة رقيقة من البلاستيك الداكن أو الزجاج الغامق أو النظّارات الشمسيّة، خطرَ تضرّر العينين نتيجة النظر مطوّلاً إلى كسوف الشمس. ويجب النظر إلى الكسوفات بشكل غير مباشر بواسطة جهاز إسقاط ذي ثقب أو جهاز مماثل.

الخسوف

يحدث الخسوف عندما يمرّ القمر في ظلّ الأرض. ويحدث الخسوف الكلّي عندما يمرّ القمر كاملاً في ظلّ الأرض. ويمكن أن يدوم خسوف القمر الكلّي حتى ساعة و٤٠ دقيقة. ويمكن أن يرى معظم الناس في الجهة المظلمة (جهة الليل) من الأرض، خسوفَ القمر عند حدوثه. ولا خطر على الإطلاق من النظر إلى خسوف القمر.

في معظم الخسوفات، لا يصبح القمر مظلماً تماماً. وفي الكثير من الحالات، يصبح لونه ضارباً إلى الحمرة. فجوّ الأرض يحني قسماً من ضوء الشمس حول الأرض وباتّجاه القمر. ويكون هذا الضوء أحمر اللون لأنّ الجوّ يشتّت الألوان الأخرى الموجودة في نور الشمس بنسبة أكبر ممّا يشتّت الأحمر.

دراسة ظواهر الكسوف والخسوف

سحرت ظواهر الكسوف والخسوف البشر طوال آلاف السنين. وقد اعتقد قدامى الصينيين أنّ الكسوف يحدث عندما يحاول تنّين في السماء بلع الشمس. وقد توصّل الفلكيّون المعاصرون إلى الكثير من الحقائق عبر دراستهم هذه الظواهر. فقد رصدوا كسوفات الشمس لتحديد المواقع النسبيّة الدقيقة للأرض والشمس والقمر. وفي سنة ١٩٣٩، لاحظ الفلكيّون أنّ سطح القمر يبرد بسرعة كبيرة خلال الخسوف. ولذلك، فقد تقدّموا بنظريّة تقول إنّ هنالك طبقة من الغبار الناعم تغطّي سطح القمر. وقد أثبتت المسابير التي أرسلت إلى القمر في الستّينات صحّة هذه النظريّة. ورصد الفلكيّون الكسوفات والخسوفات أيضاً لدراسة أيّة تغيّرات محتملة في قوة جاذبيّة الشمس وحجمها.

ويُعتبر كسوف الشمس الكلّي الوقتَ الأفضل لقياس هالة الشمس والقيام بأنواع معيّنة من الدراسات الأخرى. ونظر الفيزيائيّ الشهير

مشهد لكسوف الشمس



ألبرت أينشتاين أنّ الضوء القادم من النجوم ينحرف قليلاً عن مساره المستقيم وينحني عند مروره بالشمس. ويحجب نور الشمس الساطع عادة ضوء النجوم عند مروره قرب الشمس. ولكن، يمكن تصوير ضوء النجوم خلال كسوف الشمس الكلّي. وقد أيدت الصور التي التقطت أثناء خسوف القمر سنة ١٩١٩، النظرية التي جاء بها أينشتاين.

ويدرس الفلكيّون أيضاً الإحتجابات التي تشهدها الأجرام السماوية غير الأرض والقمر. وقد نجحوا في تحديد حجم النجوم البعيدة وشكلها، برصد النجوم الثنائية الإحتجابية. وفي سنة ١٦٧٥، حسب الفلكيّ الدانماركيّ أولاوس رومر السرعة التقريبية للضوء بدراسة احتجابات أقمار المشتري.

دائرة البروج

هي الدائرة الظاهرية لمسار الشمس السنويّ في الكرة السماوية كما تبدو من الأرض. ولا تحصل الخسوفات والكسوفات إلّا عندما يكون القمر في هذا المسار أو قربه. يقطع مستوى هذا المسار خطَّ الإستواء السمائيّ (إسقاط خطّ استواء الأرض على الكرة السمائية) بزاوية ٢٣° ٢٧′ تقريباً. تعرف هذه الزاوية بميل دائرة البروج وتبقى شبه ثابتة على مدى ملايين السنين، غير أنّها تتضاءل في الوقت الحاليّ بمعدّل ٤٨ ثانية من القوس في كلّ قرن وسوف تستمرّ في التضاؤل عدّة آلاف من السنين الآتية حتى تبلغ ٢٢° ٥٤′ ثمّ تعود وتزيد مجدّداً.

تعرف النقطتان اللتان تقطع عندهما دائرة البروج خطَّ الإستواء السمائيّ بنقطتي التقاطع أو الإعتدال. تصل الشمس إلى نقطة الإعتدال الربيعيّ في ٢١ آذار تقريباً وعند نقطة الإعتدال الخريفيّ في ٢٣ أيلول تقريباً. في منتصف المسافة بين نقطتي الإعتدال على دائرة البروج، يحدث الإنقلابان الصيفيّ والشتائيّ. تصل الشمس إلى هاتين النقطتين قرابة ٢١ حزيران و٢٢ كانون الأول على التوالي. تطابق أسماء النقاط الأربع بداية الفصول في نصف الكرة الشماليّ في التواريخ المذكورة. لا يحدث الإعتدالان كلّ سنة في النقطتين نفسيهما من دائرة البروج إذ ان مستوى دائرة البروج ومستوى خطّ الإستواء يدوران في اتّجاهين متعاكسين. يقوم المستويان بدورة كاملة الواحد بالنسبة إلى الآخر مرّة واحدة كلّ ٢٥.٨٦٨ سنة. يعرف تحرّك الإعتدالين على طول دائرة البروج بمبادرة الإعتدالين أو تقدّمهما. يجب إدخال تعديل للمبادرة على الخرائط السماوية لإيجاد موقع النجوم الصحيح في أي من الأوقات.

تستعمل أيضاً دائرة البروج في علم الفلك بمثابة الدائرة الأساسية لنظام من الإحداثيات يعرف بنظام دائرة البروج. تقاس خطوط العرض السمائية شمال دائرة البروج وجنوبها؛ وتقاس خطوط الطول السمائية شرق الإعتدال الربيعيّ وغربه.

في علم التنجيم، تقسم دائرة البروج إلى ١٢ قوساً، كلّ واحد من ٣٠° ، تعرف بالأبراج أو البروج. ويطلق على هذه البروج، أو «المنازل الفلكية» أسماء الكوكبات التي تمرّ فيها دائرة البروج.

الطفاوة، الهالة

الطفاوة هي الطبقة الخارجية من جوّ الشمس. ولا تكون طفاوة الشمس مرئية بالعين المجرّدة إلّا خلال الكسوف الكلّيّ، حيث يحجب القمر باقي قرص الشمس. وتظهر الطفاوة، عند ذلك، كهالة من نور غير متسقة الشكل.

تتألّف طفاوة الشمس بشكل رئيسيّ من الإلكترونات وأيونات الهيدروجين وأيونات عناصر ثقيلة أكثر، خسرت الكثير من إلكتروناتها. وتنتج هذه الذرّات المتأيّنة، إلى حدّ بعيد، عن درجة حرارة الطفاوة الشديدة الإرتفاع التي تُقدّر بحوالى ٢.٢٠٠.٠٠٠° مئوية. وتتميّز طفاوة الشمس بكثافة منخفضة جدّاً؛ ففي المكان الأشدّ كثافة منها، قرب سطح الشمس، لا تتجاوز كثافة الطفاوة حوالى البليون جسيْم في السنتيمتر المكعب. وتنخفض الكثافة بسرعة مع الإبتعاد عن سطح الشمس (باتّجاه الخارج).

تتمدّد طفاوة الشمس في الفضاء باستمرار، مشكّلة الريح الشمسية. ويمتدّ هذا المجرى من الجُسيمات المشحونة إلى مدار الأرض ويتجاوزه. ويعتقد الفلكيّون أنّ الريح الشمسية تنبثق بشكل أساسيّ من الثقوب الطفاوية، وهي مناطق في طفاوة الشمس تشهد درجات حرارة وكثافة منخفضة نسبياً. وتظهر هذه الثقوب خصوصاً حول قطبي الشمس، لكنّها تظهر أحياناً في المناطق القريبة من خطّ الإستواء الشمسيّ.

لطفاوة الشمس شكلٌ غير متّسق على الإطلاق. وتمتدّ أشرطة من غاز الطفاوة تُعرف بالخُصَل القطبية من قطبي الشمس إلى الخارج. وتُطلق من الأماكن الأقرب إلى خطّ استواء الشمس، حزمٌ غازية طويلة تُعرف بالأشرطة الطفاوية. ويتّجه الغاز وفق حقل الشمس المغنطيسيّ، ما يجعل الطفاوة تتخذ أشكالاً مختلفة تتبع تغيّرات الحقل.

في الفترات بين الكسوفات، يعتمد الفلكيّون على أجهزة خاصّة لمراقبة طفاوة الشمس تسمح بدراسة الطفاوة بشكل محدود. ويتمكّنون من مراقبة الطفاوة الداخلية بواسطة الأجهزة القائمة على بعض الجبال. وفي السبعينات وأوائل الثمانينات، أطلقت الولايات المتحدة مركبات فضائية مجهّزة بأجهزة لمراقبة طفاوة الشمس زوّدت العلماء مشاهدات للطفاوة الخارجية. وأظهرت المعطيات التي جمعتها المحطة الفضائية سكايلاب أنّ طفاوة الشمس هي أكثر نشاطاً ممّا كان يُعتقد في السابق. ويحدث الكثير من الإنفجارات العنيفة في الطفاوة خلال مراحل النشاط الأقصى من دورة البقع الشمسية. وقد أكّدت المعطيات التي جمعها القمر الصناعيّ «الرحلة الشمسية القصوى»، هذه العلاقة. وقد أظهرت أيضاً تلسكوبات الأشعّة السينية على متن الأقمار الصناعية التي تدور في مدار الأرض طفاوة الشمس. وقد بيّنت المشاهدات بالأشعة السينية من أقمار صناعية أخرى أنّ معظم النجوم له أيضاً طفاوات.



كسوف الشمس في ١٦ شباط ١٩٨٠، كما شوهد من أفريقيا وتظهر بوضوح الطفاوة (الهالة)

الأثر النيزكيّ

الأثر النيزكيّ هو خطّ لامع من نور، يظهر لوقت قصير في السماء. وكثيراً ما يطلق المراقبون اسم شهاب على الأثر النيزكيّ. ويطلق الناس أحياناً على أكثر الآثار النيزكيّة لمعاناً، اسم كرات النار أو الشهب المتوهّجة. ويظهر الأثر النيزكيّ عندما يدخل جُسَيْم أو قطعة من المادّة المعدنيّة أو الحجريّة تُعرف بالجُسَيْم النيزكيّ، في جوّ الأرض، قادمةً من الفضاء الخارجيّ. فيرفع الإحتكاك بالهواء درجة حرارة الجسيم النيزكيّ، ما يجعله يتوهّج ويخلق خطّاً لامعاً من الغازات والجسيمات النيزكيّة الذائبة. وتشمل الغازات مادّة نيزكيّة متبخّرة، وغازات جويّة ترتفع درجة حرارتها عندما يخترق الجسيم النيزكيّ الجوّ. ويتوهّج معظم الآثار النيزكيّة لحوالى ثانية واحدة.

يتبدّد معظم الجسيمات النيزكيّة قبل بلوغه الأرض. لكنّ بعضها يترك خطّاً لامعاً يدوم عدّة دقائق. وتُعرف الجسيمات النيزكيّة التي تصل إلى الأرض، بالحجارة النيزكيّة أو الرُّجُم.

تظهر ملايين الآثار النيزكيّة يوميّاً في جوّ الأرض. ويكون معظم الجسيمات النيزكيّة التي تستطيع تشكيل آثار نيزكيّة، بحجم الحصاة تقريباً. وهي تصبح مرئيّة على مسافة ٦٥ إلى ١٢٠ كيلومتراً فوق سطح الأرض. وتتبدّد على ارتفاع ٥٠ إلى ٩٥ كيلومتراً.

وتدور النيازك حول الشمس في مدارات عدّة وبسرعات مختلفة. وتدور أسرع النيازك بسرعة ٤٢ كيلومتراً في الثانية تقريباً. وتدور الأرض بسرعة ٢٩ كيلومتراً في الثانية تقريباً. وبالتالي فعندما تصطدم النيازك بجوّ الأرض، يمكن أن تصل السرعة المشتركة إلى حوالى ٧١ كيلومتراً في الثانية.

الإنهمارات النيزكيّة، ووابل الشهب

تلتقي الأرض عدداً من الخطوط أو الحشود من الجسيمات النيزكيّة الصغيرة، في فترات معيّنة كلّ سنة. وفي هذه الأوقات، تبدو السماء ممتلئة بوابل من الشرارات. وتتبع الخطوط والحشود مدارات مثل مدارات المذنّبات، ويُعتقد أنّها حطام من المذنّبات.

ظهر ألمع وابل شهب معروف في ١٢ - ١٣ تشرين الثاني ١٨٣٣، وكان أحد انهمارات ليونيد، التي تحدث في شهر تشرين الثاني من كلّ عام، وتبدو كأنّها مقبلة من اتّجاه كوكبة الأسد.

الرُّجُم، الحجارة النيزكيّة

هنالك ثلاثة أنواع من الحجارة النيزكيّة: صخريّة، وحديديّة، وصخريّة حديديّة. تتكوّن الحجارة النيزكيّة الصخريّة من معادن غنيّة بالسليكون والأكسجين، إضافة إلى كمّيات قليلة من الحديد والمغنسيوم وعناصر أخرى. وتتألّف إحدى مجموعات الحجارة النيزكيّة الصخريّة من قطع من المادّة التي تكوّنت منها الكواكب. وتنشأ مجموعة أخرى من الحجارة النيزكيّة الصخريّة من جرم قريب لها (كويكب مثلاً) بلغ حجماً كافياً ليذوب وينقسم إلى نواة غنيّة بالحديد وقشرة صخريّة. وتأتي هذه الحجارة النيزكيّة من القشرة الخارجيّة للجرم، فيما تأتي الحجارة النيزكيّة الصخريّة الحديديّة من القشرة الداخليّة، والحجارة النيزكيّة الحديديّة من النواة المعدنيّة. تتألّف الرُّجُم الحديديّة بشكل رئيسيّ من الحديد والنيكل. وتحتوي الرُّجُم الصخريّة المعدنيّة على كمّيات متساوية تقريباً من الصخر السليكونيّ وخليط معدنيّ من الحديد والنيكل.

يختلف حجم الحجارة النيزكيّة اختلافاً كبيراً. فمعظمها صغير نسبيّاً. ويبلغ وزن أكبر حجر نيزكيّ تمّ العثور عليه حوالى ٦٠ طنّاً متريّاً ووقع هذا الحجر النيزكيّ في هوبا وست، وهي مزرعة قرب جروتفونتين في ناميبيا.

إلّا أنّ أجراماً أكبر حجماً بكثير، مثل الكويكبات والمذنّبات، يمكن أن تصطدم أيضاً بالأرض، وتصبح حجارة نيزكيّة.

تصل الحجارة النيزكيّة إلى الأرض لأنّ حجمها يسمح لها باختراق الجوّ. فإذا كانت صغيرة جدّاً، تتبدّد في الجوّ؛ وإذا كانت كبيرة جدّاً، يمكن أن تنفجر قبل بلوغ سطح الأرض. وقد انفجر أحد هذه الأجرام الكبيرة على ارتفاع ١٠ كيلومترات تقريباً فوق نهر تونغوسكا في سيبيريا سنة ١٩٠٨، مخلّفاً وراءه مساحة بطول ٣٢ كيلومتراً من الأشجار المقطوعة والمحروقة.

وُجدت آلاف الحجارة النيزكيّة الصغيرة في قارّة القطب الجنوبيّ؛ وقد شكّلت مجموعة غنيّة من العيّنات انكبّ العلماء على دراستها. ويدرس العلماء الحجارة النيزكيّة لإيجاد أدلّة حول أنواع المادّة التي كوّنت الكواكب.

حفر التصادم أو أحواض التصادم

عندما تصطدم أجسام كبيرة مثل الكويكبات والمذنّبات بكوكب، تخلق حُفَر تصادم أو أحواض تصادم. وحُفَر التصادم هي منخفضات على شكل طاس مستدير، قد يصل قطرها إلى ٢٥ كيلومتراً. ولهذه الحفر قاع مستوٍ وقليل العمق ووسط مرتفع. وتكون أحواض التصادم أكبر حجماً، وتظهر داخل حافّتها حلقة واحدة أو أكثر على سطح الكوكب.

وقد عثر العلماء على أكثر من ١٢٠ حفرة أو حوض تصادم على سطح الأرض. ويبلغ قطر إحدى أشهر هذه الحفر، حفرة النيزك في أريزونا، حوالى ١٢٧٥ متراً، ويصل عمقها إلى ١٧٥ متراً. وقد تشكّلت هذه الحفرة منذ حوالى ٥٠,٠٠٠ سنة، عندما ضرب حجر نيزكيّ بوزن ٣٠٠,٠٠٠ طن متري، كوكبنا.

تعرّض معظم حفر وأحواض التصادم الأكبر حجماً من «حفرة النيزك»، إلى عمليّة حتّ شديدة، أو طُمرت بصخور وتراب مع تغيُّر وجه الأرض. وأكبر هذه الأحواض المعروفة هو حوض تشيكشولوب في وسط شبه جزيرة يوكاتان في المكسيك. ويبلغ قطر هذا الحوض ٣٠٠ كيلومتر تقريباً. وتشير عيّنات الصخور التي تمّ الحصول عليها من حفر الحوض، إلى أنّ كويكباً اصطدم بالأرض منذ نحو ٦٥ مليون سنة، أي عند انقراض آخر الدينوصورات. وقد قذف التصادم كمّيات هائلة من الحطام في الجوّ. ويعتقد الكثير من العلماء أنّ هذا الحطام سبّب تغيّرات مناخيّة، لم تستطع الدينوصورات تحمّلها فانقرضت.

مرّة كلّ بضع سنوات، يظهر في السماء مذنّب ساطع يمكن رؤيته بالعين المجرّدة. والمذنّب هو كرة من الجليد والغبار، تتبع مداراً منتظماً حول الشمس. ومع اقتراب المذنّب من الشمس، يمكن أن يصبح ساطعاً جدّاً بحيث تمكن رؤيته من الأرض. ويطلق بعض المذنّبات ذيلاً يمتدّ على سُدس مسافة السماء أو أكثر. لكنّ معظم المذنّبات لا يُرى إلّا بالمقراب (التلسكوب). ولا تبقى المذنّبات الساطعة مرئيّة بالعين المجرّدة سوى بضعة أيّام أو أسابيع.

ويشكّل ظهور خطوط النور، المعروفة بالآثار النيزكيّة، في سماء الليل، ظاهرة شائعة أكثر من المذنّبات؛ وتظهر الآثار النيزكيّة، أو الشهب، عندما يدخل جسيم أو قطعة من المادّة الصخريّة أو المعدنيّة، معروفة بالجسيم النيزكيّ، في جوّ الأرض. يرفع الاحتكاك بالهواء درجة حرارة الجسيم النيزكيّ، ما يجعله يتوهّج ويصبح بالإمكان رؤيته كأثر نيزكيّ. في الليالي الصافية، يمكن أن يرى المراقب بضعة آثار نيزكيّة في الساعة. ويحدث وابل الشهب بانتظام في فترات معيّنة من السنة. وينتج بعض هذه الإنهمارات عن اجتياز الأرض مدارات مذنّبات تفتّتت.



مجموعة مذنّبات، كما صوّرتها المركبات الفضائية





مذنب هالي

المذنّب

المذنب جرم جليديّ يدور عادة حول الشمس في مدار بيضويّ طويل. ويتألّف المذنّب من نواة صلبة وجوّ ضبابيّ يُعرف بالذؤابة وذنب أو ذنبين. وتكون النواة شبيهة بكرة ثلجية قذرة، وهي مكوّنة من أنواع مختلفة من الجليد، ومن جسيمات من الغبار الصخريّ ملتصقة في الجليد. عندما يقترب المذنّب من الشمس، تتبخّر كميّة من الجليد السطحيّ، وتطير الغازات والجسيمات الناتجة عن تبخّر الجليد بعيداً عن الشمس، فتخلق الذؤابة والذنب. ووفقاً لما إذا كانت النواة تحتوي على كميّة كبيرة من الغبار، يمكن أن يخرج من المذنّب ذنب من الغبار أو ذنب غازيّ أو الإثنان معاً.

ويحمل معظم المذنّبات نواة بقطر ١٦ كيلومتراً تقريباً. ويصل قطر ذؤابة بعض المذنّبات إلى ١,٦ مليون كيلومتر. ويمتدّ بعض الأذناب إلى مسافة ١٦٠ مليون كيلومتر.

لا يُرى معظم المذنّبات إلّا بالتلسكوب. ويمكن أن يُرى بعضها بالعين المجرّدة، ولكن فقط خلال الأسابيع التي تمرّ فيها قرب الأرض. ويمكننا أن نرى المذنّبات لأنّ الغبار في ذؤابتها وذنبها يعكس ضوء الشمس، إضافة إلى أنّ غازاتها تطلق الطاقة التي تمتصّها من الشمس، ما يجعلها تلمع.

التركيب

يدرس الفلكيّون تركيب المذنّبات بتحليل الضوء الذي ترسله، وتجمع التلسكوبات هذا الضوء. ويقوم بعض التلسكوبات على الأرض، فيما يوجد بعضها الآخر على متن مركبات فضائيّة. وقد حصل العلماء على معلومات كثيرة حول تركيب المذنّبات عن طريق دراسة مذنّب هالي سنة ١٩٨٦. وفي تلك السنة، قطع المذنّب مدار الأرض، فطارت خمس مركبات فضائيّة قرب المذنّب، وجمعت المعلومات حول مظهره وتركيبه الكيميائيّ.

يحتوي مذنّب هالي على كميّات متساوية تقريباً من الجليد والغبار. ويشكّل جليد الماء حوالى ٨٠٪ من كتلة الجليد الإجماليّة، فيما يشكّل جليد أول أكسيد الكربون حوالى ١٥٪ منها. ويتألّف معظم الكميّة الباقية من جليد ثاني أكسيد الكربون والميثان والنشادر. ويعتقد العلماء أنّ المذنبات الأخرى مشابهة كيميائياً لمذنّب هالي.

المدارات

يصنّف الفلكيّون المذنّبات كمذنّبات ذات دورة قصيرة ومذنّبات ذات دورة طويلة، وفقاً للمدّة التي تحتاجها هذه الأجرام لإتمام دورة حول الشمس. تحتاج المذنّبات ذات الدورة القصيرة إلى أقلّ من ٢٠٠ سنة للدوران حول الشمس؛ فيما تحتاج المذنّبات ذات الدورة الطويلة إلى ٢٠٠ سنة أو أكثر.

يسير معظم المذنّبات المعروفة في مدارات مستطيلة حول الشمس. وتقطع هذه المدارات المدارات شبه الدائريّة التي تسير فيها الكواكب. ونتيجة لذلك، تصطدم المذنّبات أحياناً بالكواكب وأقمارها. ففي تموز ١٩٩٤، مثلاً، اصطدم مذنّب يدعى «شوماكر – ليڤي ٩» بكوكب المشتري. وقد سبّب مثل هذه التصادمات الكثير من الحفر المنتشرة على سطح الكواكب الخارجيّة وعلى بعض الكواكب الداخليّة وعلى قمر الأرض.

ويعتقد العلماء أنّ المذنّبات ذات الدورة القصيرة تأتي من نطاق من المذنّبات، يُعرف بنطاق كويبر. ويقع هذا النطاق بعد مدار پلوتون، الذي هو عادة أبعد كوكب عن الشمس. وتأتي المذنّبات ذات الدورة الطويلة من سحابة أورت، وهي مجموعة من المذنّبات أبعد ١٠٠٠ ضعف من مدار پلوتون.

اتجاه الأذناب

تجري جسيمات الغبار التي تطلقها النواة مشكّلة ذنباً، لأنّ نور الشمس يدفعها. وفي الوقت نفسه، تتفاعل الريح الشمسيّة – وهي جسيمات مشحونة سريعة الحركة تطلقها الشمس – مع غازات المذنّب. وتدفع الريح الشمسيّة الغازات إلى الوراء بحيث تشكّل ذنباً. ونظراً إلى هذه التأثيرات، فإنّ أذناب المذنّبات تتجه دائماً بعيداً عن الشمس.

الأصل والتطوّر

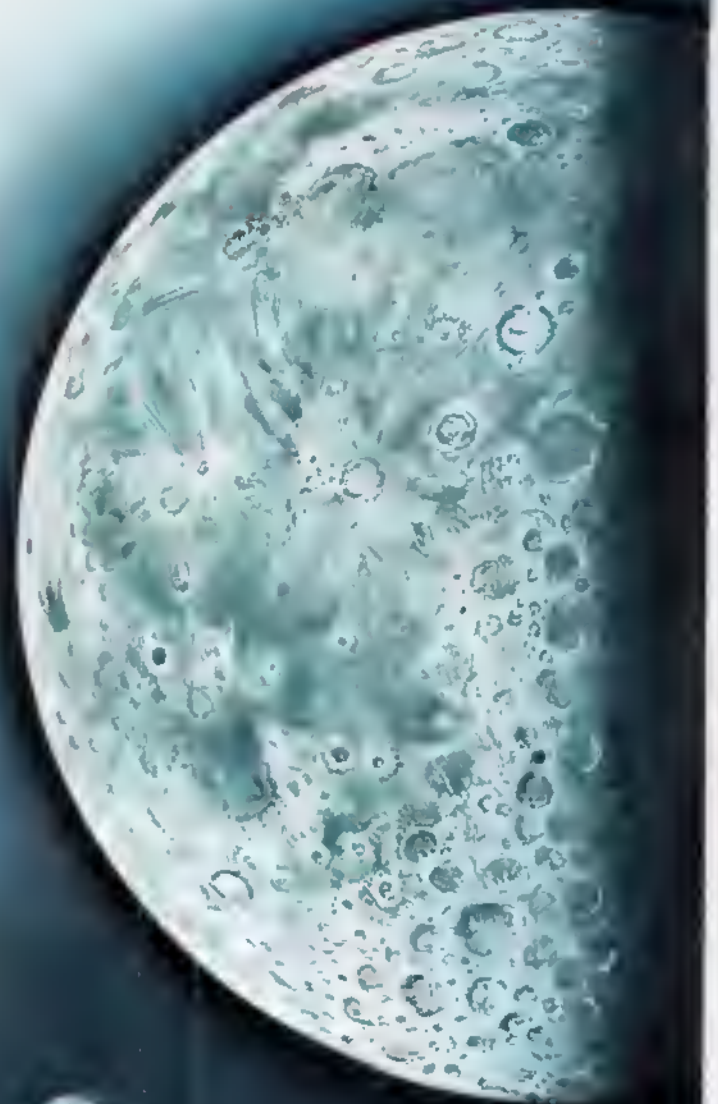
يعتقد العلماء أنّ المذنّبات تكوّنت عند تكوّن الكواكب، أي منذ حوالى ٤,٦ بلايين سنة. وقد تكوّنت الكواكب من مجموعة من الغازات والجليد والصخور والغبار. وأصبح قسم كبير من الجليد والغبار جزءاً من الكواكب الخارجيّة العملاقة – المشتري وزحل وأورانوس ونبتون. وشكّلت القطع المتبقيّة المؤلّفة من الجليد والغبار، المذنّبات كما نعرفها.

تفقد المذنبات كميّة معيّنة من الجليد والغبار، في كلّ مرّة تعود فيها إلى الجزء الداخليّ من النظام الشمسيّ. ويفقد بعض المذنبات في النهاية جليده كلّه، فتتفتت لتشكيل سحب من الغبار أو تتحوّل إلى أجرام شبيهة بالكويكبات. ويدخل بعض جسيمات الغبار هذه في جوّ الأرض، فتتوهّج كشهب بسبب احتكاكه بالجوّ.



القمر

تدور حول الكواكب أجرام سماوية صغيرة، لا تطلق أي ضوء أو حرارة، تدعى الأقمار. «القمر» الذي نعرفه هو قمر الأرض الوحيد وهو يدور معها حول الشمس. حصل أول هبوط على سطح القمر في ٢١ تموز ١٩٦٩: اكتشف رائدا الفضاء الأميركيان ارمسترونغ والدرين أن القمر خالٍ من الحياة والماء والجو.



أوجه القمر

يظهر الرسم البياني أوجه القمر المختلفة التي يتخذها في دورانه حول الأرض. تمكن مشاهدة وضع القمر الحقيقي في القسم الداخلي من الرسم، فيما يظهر القسم الخارجي ما نراه من القمر بالعين المجردة. يدير القمر الجهة نفسها دائماً في اتجاه الأرض، وذلك لأن مدة دورانه حول محوره ومدة دورانه حول الأرض متعادلتان (حوالي ٢٩ يوماً ونصف يوم).



القمر

يشكّل القمر (قمر الأرض الطبيعيّ) أبرز معلَم في سماء الليل. ونظراً إلى قرب القمر من الأرض، فهو يلي الشمس مباشرة من حيث الحجم والسطوع الظاهرين. ولكن، من الناحية الفلكيّة، يُعتبر القمر جرماً صغيراً عاديّاً وغير هامّ. وليس ضوء القمر سوى انعكاس لأشعّة الشمس. يدور ٥٧ قمراً آخر على الأقلّ حول الكواكب الأخرى في النظام الشمسيّ؛ وهناك عدد منها أكبر حجماً من قمر الأرض. إلّا أنّ قمراً واحداً فقط منها هو أكبر من قمر الأرض، نسبة إلى حجم الكوكب الذي يدور حوله. يصل حجم شارون، قمر بلوتون، إلى نصف حجم الكوكب تقريباً؛ ويصل حجم قمر الأرض إلى ربع حجم كوكبنا تقريباً. إنّ هذا الحجم النسبيّ الكبير يجعل القمر يؤثّر إلى حدّ بعيد في الأرض. ويظهر تأثير القمر خصوصاً في حركة المدّ والجزر التي تنتج عن قوّة جذب القمر.

رصد القمر من الأرض

علم الفلك والدين وضبط الوقت كانت أموراً مترابطة ترابطاً وثيقاً في الماضي. وقد سجّل الكهّان أو المنجّمون تغيّر أوجه القمر. وحاول بعض الديانات التوفيق بين التقويم القمريّ والتقويم الشمسيّ لكي تأتي الشهور دائماً في الفصل نفسه.

بدأت دراسة جغرافيا القمر مع اختراع التلسكوب. وقد رصد چاليليو القمر عبر التلسكوب في العام ١٦٠٩. ووضع الفلكيّون، في وقت لاحق، خرائط لتضاريس القمر. واكتشفوا جبالاً وسهولاً وبعض الحفر الكبيرة ووِدياناً طويلة على سطحه. وظنّ الفلكيّون الذين جاؤوا بعد چاليليو أنّ السهول على سطح القمر مغطّاة بالمياه، فأطلقوا عليها اسم بحار Maria. ولا يزال هذا الإسم مستعملاً إلى اليوم، على رغم أنّه أصبح معروفاً أنّ لا وجود للماء على سطح القمر.

في القرن العشرين، ركّب الفلكيّون آلات تصوير على التلسكوبات، والتقطوا صوراً للقمر. وكثيراً ما جُمعت هذه الصور لتشكيل خرائط له. ولكن غالباً ما تكون هذه الخرائط الفوتوغرافيّة، على رغم صحّتها ودقّتها، صعبة التفسير والتحليل لأنّ سطح القمر يشهد ظلالاً داكنة وحادّة بسبب انعدام الهواء عليه. ويؤدّي تغيّر طول هذه الظلال إلى تغيّر كبير في مظهر تضاريس القمر.

دراسة القمر من الأرض

لم يكتفِ الفضول العلميّ بالمعلومات التي يمكن الحصول عليها عن طريق النظر إلى القمر. وقد وفّرت الحسابات المستندة على الأحداث الطبيعيّة بعض المعلومات الاضافيّة. كما استُعملت حركة المدّ والجزر على الأرض لحساب جاذبيّة القمر وكتلته. وتُدرس حانبيّة القمر أثناء كسوفات الشمس. وتساعد أطوال الظلال القمريّة في قياس ارتفاع الجبال على القمر.

ويُعتبر المطياف أداة هامّة جدّاً لدراسة القمر، وهو يقسّم الضوء إلى الأطوال الموجيّة المنفردة التي تؤلّفه والتي تُعرف بالطيف. ويبيّن الطيف ماهيّة العناصر الموجودة في مصدر الضوء. وبما أنّ القمر يعكس نور الشمس، فإنّ طيفه يشمل الأطوال الموجيّة الموجودة في الطيف الشمسيّ. وتعود أي اختلافات قد تظهر في الطيف إلى الأوضاع على سطح القمر. واستناداً إلى هذه الاختلافات، تمكّن العلماء من التعرّف إلى بعض العناصر الموجودة على سطح القمر.

دراسة القمر بالمركبات الفضائيّة غير الآهلة

في سبعينات القرن العشرين، بدأت المركبات الفضائيّة بتزويد العلماء معطيات جديدة حول القمر. فإنّ المركبات التي مرّت قربه أو ارتطمت به أو دارت في مداره، قد أرسلت إلى الأرض صوراً مأخوذة عن قرب لسطحه. وقد كشفت هذه الصور أنّ الجهة البعيدة، بخلاف الجهة المرئيّة من الأرض، لا تحتوي سوى على بضعة «بحار» فقط.

وشهدت المركبات الفضائيّة التي دارت في مدار القمر تغيّراً ضئيلاً، ولكن غير متوقّع في سرعتها. فقد ازدادت سرعة المركبة فوق «بحار» القمر. واستنتج العلماء من ذلك أن الزيادة في السرعة ناتجة عن قوّة الجاذبيّة. وهذا يعني أنّ المادّة تحت «البحار» أشدّ كثافة، أو أكثر تركيزاً، من المادّة الموجودة تحت أجزاء أخرى من سطح القمر. وتحدث هذه التركيزات الكتليّة، التي أُطلق عليها اسم ماسكونات Mascons، تحت خمسة «بحار»، على الأقلّ، من بحار القمر الدائريّة. وعندما يتمكّن العلماء من تفسير بنية ومنشأ هذه التركيزات، قد يحصلون أيضاً على معلومات قيّمة حول أصل «البحار».

الرحلات الفضائيّة المأهولة ودراسة القمر

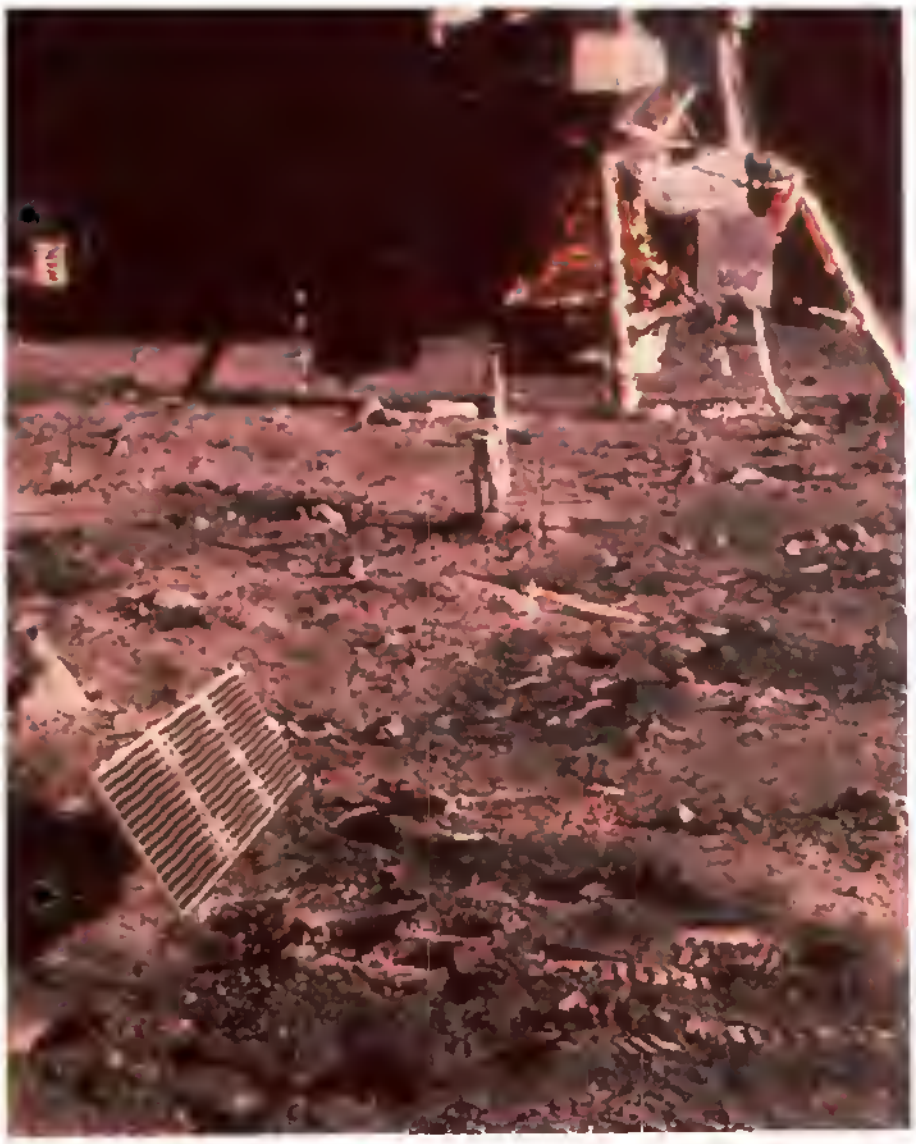
في ٢٠ تمّوز العام ١٩٦٩، حطّ رائدا الفضاء الأميركيّان نيل أ. أرمسترونج وإدوين إ. ألدرين جونيور، من الرحلة الفضائيّة أپولو ١١؛ في بحر السكون. وكانا أوّل انسانَين يدوسان سطح القمر. وضع رائدا الفضاء أجهزة ومعدّات اختباريّة على سطح القمر، وعادا إلى الأرض بـ ٢١,٥ كيلوغراماً من عيّنات الصخور والتربة. وفي ١٩ تشرين الثاني العام ١٩٦٩، أنزلت أپولو ١٢ للمرّة الثانية بشراً على سطح القمر، وذلك في محيط العواصف Oceanus Procellarum. وأجرى أيضاً روّاد الفضاء على متن أپولو ١٢ اختبارات على سطح القمر، وعادوا بعيّنات من الصخور والتربة.

واشتملت الأجهزة التي استُعملت في اختبارات أپولو ١١ على عاكس لأشعّة الليزر ومقياس زلازل ومكشاف لجسيمات الرياح الشمسيّة. وقد وجّهت عدّة مختبرات على الأرض أشعّة ليزر على العاكس لتحديد المسافة التي تفصل بين الأرض والقمر. ووجد العلماء أنّ القياسات السابقة لم تفرق بأكثر من ٤٥٠ سنتيمتراً تقريباً عن القياس بأشعّة الليزر. وسجّل مقياس الزلازل عدّة اهتزازات، فسّرها العلماء كزلازل قمريّة أو انهيالات أو صدمات ناتجة عن ارتطام نيازك بسطح القمر. وقد وُضع مكشاف جسيمات الرياح الشمسيّة على سطح القمر بحيث يكون مواجهاً للشمس. أُعيد المكشاف إلى الأرض، وجرى تحليل النتائج التي سجّلها، بحثاً عن الغازات النادرة. وقد أظهرت النتائج أنّ المكشاف احتجز غازات الهيليوم والنيون والأرجون بكميّات متوافقة مع نسبة تواجدها في الشمس، وليس مع نسبة تواجدها على الأرض.

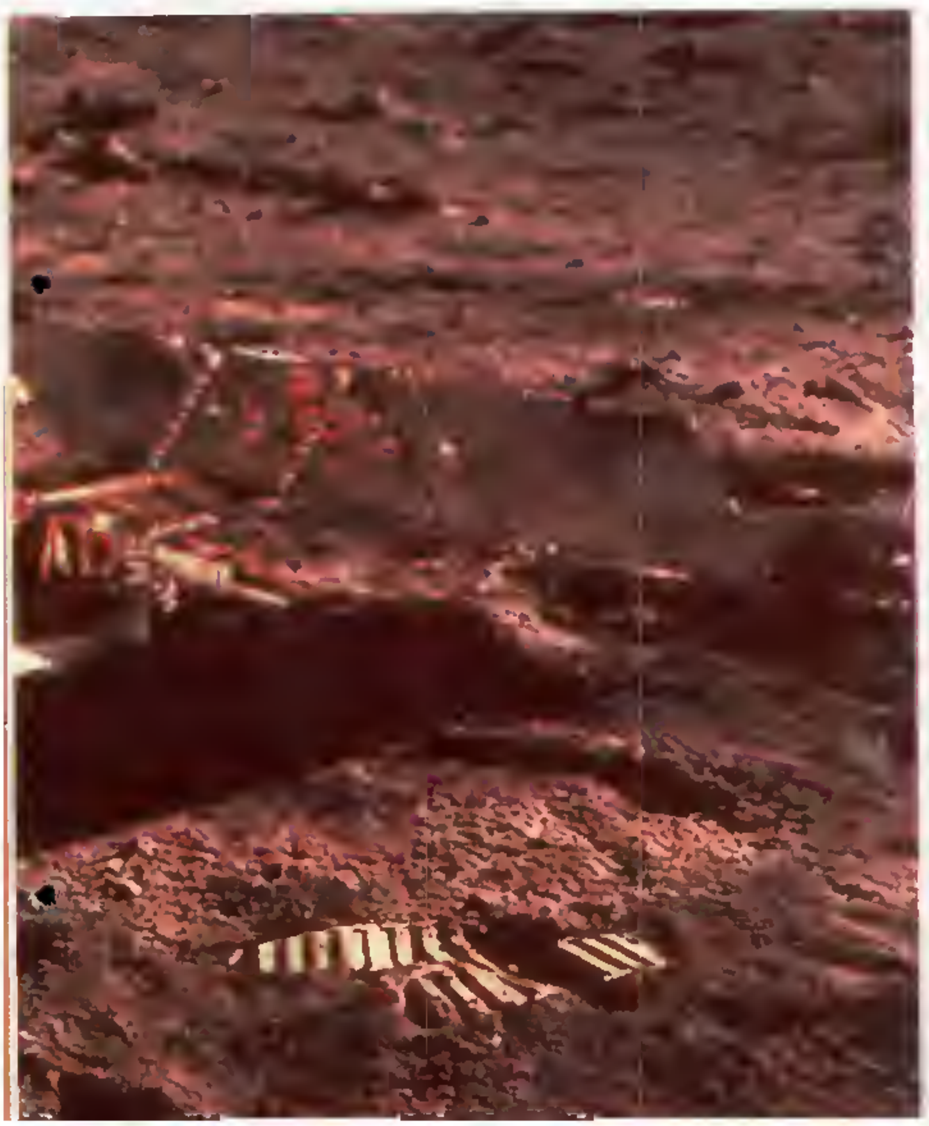
واستُخدم في تجارب أپولو ١٢ مطياف للرياح الشمسيّة ومقياس للمغنطيسيّة. وسجّل مقياس المغنطيسيّة حقلاً مغنطيسيّاً أقوى بعشرة أضعاف ممّا توقّعه العلماء. وقد حُقّق اكتشافٌ مفاجىء آخر، عندما قام روّاد أپولو ١٢ بصدم جزء من المركبة القمريّة بسطح القمر للسماح لمقياس الزلازل بتسجيل اهتزاز من صدمة ذات قوّة وكتلة معروفتين. وقد اهتزّ القمر بعد ذلك لقرابة ساعة من الوقت.

صخور قمريّة على الأرض

وجد العلماء أنّ حوالى نصف عيّنات الصخور التي عادت بها أپولو ١١ إلى الأرض قد تكوّنت منذ ٣,٥ بلايين سنة، بنتيجة حدث صهر الموادّ التي



حطّ رائد الفضاء الأوّل، نيل أرمسترونج على سطح القمر في المركبة القمريّة «النسر»







كانت تحتويها، وأعاد تشكيلها كصخور بركانية. أمّا عيّنات الصخور الأخرى فهي من البَرِيشة Breccia (كتل قاسية شبيهة بالاسمنت مؤلّفة من شظايا صخريّة مختلفة الأحجام). ويعود عمر البريشة والتربة السطحية إلى ٤,٥ بلايين سنة خلت. وتشير حداثة تكوين الصخور البركانية إلى أنّ نشاطاً جيولوجيّاً هامّاً قد حدث على القمر.

وتبيّن أنّ الصخور التي حصلت عليها رحلة أبولو ١٢ من محيط العواصف، هي أحدث تكويناً من العيّنات التي أخذتها أبولو ١١. وقد تبلّر معظم عيّنات أبولو ١٢ من الصخر المصهور. وتختلف هذه الصخور البركانية البلّوريّة اختلافاً كبيراً من حيث البنية والتركيب الكيميائيّ. أمّا عيّنات التربة والبريشة التي أحضرتها أبولو ١٢، فهي متجانسة من حيث التركيب، وأقدم ببليون سنة تقريباً من الصخور البلوّريّة.

مدار القمر

لا يتبع القمر دائرة تامّة في دورانه حول الأرض. ويشكّل مداره إهليلجاً يقترب أحد طرفيه إلى الأرض أكثر من الآخر. وفي نقطة تُعرف بنقطة الحضيض، أو الحضيض القمريّ، حيث يكون القمر في أقرب نقطة من مداره إلى الأرض، تكون المسافة الفاصلة بين القمر ومركز الأرض حوالى ٣٥٥,٢٠٠ كيلومتر. وعندما يبلغ القمر النقطة المقابلة للحضيض، التي تُعرف بنقطة الأوج (أبعد نقطة في مدار القمر عن الأرض)، يكون على بُعد حوالى ٤٠٤,٨٠٠ كيلومتر من الأرض. ويتغيّر بُعد نقطة الحضيض ونقطة الأوج بين شهر وآخر.

لا يتراصف مدار القمر مع خطّ الأرض الاستوائيّ، ولا يتراصف أيضاً مع مدار الأرض حول الشمس (دائرة البروج، الدائرة الظاهريّة لمسار الشمس بين البروج). إلّا أنّه أقرب إلى دائرة البروج، التي يقطع مستواها بزاوية ٥° تقريباً. وتُعرف النقطتان اللتان يقطع عندهما القمر كلّ شهر مستوى دائرة البروج بعُقدتي القمر.

ويتّسم مسار القمر ببعض التعقيد. فإنّ مستوى مداره يتراوح بصورة مستمرّة، كما تتراوح قطعة نقديّة تدور بسرعة قبل أن تتوقّف عن الحركة بقليل. ففي فصل معيّن، مثلاً، تتّجه جهة المدار التي تقع فوق (أو شمال) دائرة البروج بعيداً عن الشمس في بعض الأحيان، وباتّجاه الشمس في أحيان أخرى. ويحدث هذا الانتقال ببطء، إذ تدوم دورة التذبذب الكاملة ١٨,٦ سنة. وتُعرف الدورة أحياناً بتراجع العقدتين، حيث أنّ العقدتين تتحرّكان باستمرار باتّجاه الغرب حول دائرة البروج.

ويميل مدار القمر أحياناً في اتّجاه ميل الأرض على دائرة البروج. ويميل، في أحيان أخرى، في الاتّجاه المعاكس. ونتيجة لذلك، يطوف القمر في بعض السنين في منطقة من السماء أقرب إلى الشمال، بينما يطوف في سنين أخرى في منطقة أقرب إلى الجنوب. ويحدّد أيضاً ميل مدار القمر وتراوحه مواعيد الخسوفات. ولا تحدث الخسوفات إلّا عندما يكون القمر متراصفاً مع الشمس والأرض، أو شبه متراصف معهما.

تغيّرات قمريّة أخرى

هناك عدم انتظامات أخرى في حركة القمر ناتجة عن جاذبيّة الشمس والأرض. فعندما يكون القمر بين الشمس والأرض، تجذبه الشمس بعيداً عن الأرض. وعندما يكون القمر في الجهة البعيدة عن الأرض، تجذبه الشمس باتّجاه الأرض. وتُعرف هذه التأثيرات بالاضطراب أو التّرجاف.

يدير القمر دائماً الجهة عينها إلى الأرض. ولكي ينجح في ذلك، عليه أن يدور مرّة واحدة حول محوره في كلّ دورة له حول الأرض. ولو لم يدُر، لكان أظهر جهته الأخرى كلّما أنجز نصف دورة حول الأرض. والواقع هو أنّنا نستطيع رؤية حوالى ٥٩٪ من القمر، أيْ أكثر من النصف بكثير؛ ويعود ذلك إلى ترجحات وجه القمر، أي تمايله الخفيف إلى الأمام والوراء. ولا يعرف العلماء سبب دوران القمر مرّة واحدة حول محوره في كلّ دورة له حول الأرض. إلّا أنّهم يظنّون أنّ دوران القمر حول محوره قد تكيّف ربما مع وجود قوّة مثل قوّة جذب الأرض. وقد تفسّر أيضاً هذه النظريّة لماذا ينتفخ قطر القمر بما يُقدّر بحوالى نصف كيلومتر في اتّجاه الأرض.

الجدول الزمنيّ للقمر

يحتاج القمر إلى حوالى ٢٧ يوماً وثلث اليوم لانجاز دورة كاملة حول الأرض. وتُعرف هذه المدّة بالشهر النجميّ. ولكنّ الهلال، أو المُحاق، لا يظهر إلّا كل ٢٩ يوماً ونصف اليوم تقريباً، عندما يبدو القمر في أقرب نقطة له إلى الشمس. وتُعرف هذه المدّة بالشهر الإقترانيّ أو القمريّ. ويكون هذا الشهر أطول من الشهر النجميّ لأنّ الأرض أيضاً تكون قد سارت مسافة معيّنة حول الشمس. وبالتالي فإنّ المواقع النسبيّة للقمر والأرض والشمس تتغيّر، ويحتاج القمر لقطع مسافة أكبر ليصبح هلالاً.

ويتغيّر أيضاً الجدول الزمنيّ اليوميّ للقمر. فالقمر يرتفع في السماء متأخّراً ٥٠ دقيقة كلّ ليلة. ولو كان ثابتاً في السماء مثل الشمس والنجوم، لبدا جدوله الزمنيّ أكثر انتظاماً.

وبعد انقضاء يوم كامل، أو ٢٤ ساعة، تُعيد الأرضُ الدائرةُ حول محورها، المراقبَ إلى الموضع عينه.

يتقدّم الموضع النسبيّ لأنّ القمر يغطّي في يوم واحد حوالى ١/٢٧ من مساره الشهريّ حول الأرض.

ويفسّر ميل الأرض على محورها لماذا تبدو الشمس عالية جدّاً في السماء خلال الصيف، ومنخفضة في الشتاء. ولميل الأرض التأثير نفسه في ارتفاع القمر في السماء، إذ أنّ مستوى مداره يكاد يتراصف تماماً مع الشمس. ويسبّب أيضاً الدوران الشهريّ للقمر حول الأرض تغييرات في علوّ القمر الظاهريّ.

حجم القمر

يمكن تصوّر حجم القمر بمقارنته مع حجم الأرض. ويبلغ قطر الأرض عند خط الاستواء حوالى ١٢,٨٠٠ كيلومتر، فيما يساوي قطر القمر حوالى ٣٤٥٦ كيلومتراً. ولكن كيف نستطيع مقارنة حجم القمر بحجم الشمس؟ خذ قلم رصاص مبريّاً جيّداً وارسم نقطة على ورقة، فتحصل على تمثيل للقمر. ولإظهار حجم الشمس النسبيّ، عليك رسم دائرة بقطر يتراوح بين ٢٠ و٢٥ سنتيمتراً، إذ أنّ قطر الشمس يبلغ حوالى ١,٣٨٤,٠٠٠ كيلومتر.

يبلغ متوسّط بُعد القمر عن الأرض ما يقارب ٤٠٠,٠٠٠ كيلومتر. وقد تبدو هذه المسافة كبيرة جدّاً مقارنةً بالمسافات على الأرض، لكنّ الفلكيين يعتبرونها قصيرة جدّاً. فالمسافة التي تفصل القمر أو الأرض عن الشمس تبلغ حوالى ١٥٠ مليون كيلومتر، ويُعتقد أن بعض النجوم يقع على مسافة بلايين السنوات الضوئيّة من الأرض.



▲ سطح القمر: نلاحظ الفجوات التي أحدثها ارتطام النيازك

أوجه القمر

لا يولّد القمر ضوءاً بنفسه. وفي ما عدا المناسبات النادرة حيث يحجب ظلّ الأرض القمر، فإنّه يبقى معرّضاً دائماً لأشعة الشمس المباشرة. وبالتالي، فإنّ نصفه يبقى دائماً مضاءً ومتألّقاً. ولا يمكن رؤية الجهة المضاءة بأكملها من الأرض، إلّا عندما يكون القمر مقابلاً للشمس نسبة إلى الأرض. وعندما يكون القمر في اتجاه الشمس، لا يمكن رؤية أيّ جزء مضاء منه على الاطلاق. وبين هذين الموقعين المتطرفين، يمكن رؤية أجزاء فقط من الجهة النيّرة. وتُعرف هذه المظاهر المتغيّرة بأوجه القمر. وتُقسم أوجه القمر لتسهيل تمييزها إلى أربع مجموعات، أو أرباع. وتتميّز كلّ مجموعة بالخصائص التالية:

الهلال أو المحاق: يظهر الهلال فقط عندما يكون القمر في جهة الأرض الأكثر تراصفاً مع الشمس. ولا يضيء الهلال على الأرض، لذلك فإنّه يُعرف أحياناً بالقمر المظلم أو المحاق. ولو كان بالامكان رؤية القمر في هذا الطور، لوجدناه عالياً جدّاً في الصيف، ومنخفضاً جدّاً في الشتاء، فيما يبلغ ارتفاعاً متوسّطاً في الربيع والخريف. وفي غضون بضعة أيام بعد القمر المظلم، يصبح بالامكان رؤية هلال رفيع منخفض في سماء نصف الكرة الغربيّ، بعد غياب الشمس بقليل.

الربع الأوّل: يبدو نصف جهة القمر المواجهة للأرض مضاءً وساطعاً. ويطلع القمر في الربع الأوّل قرابة الظهر، ويبلغ أعلى نقطة له في اليوم عند مغيب الشمس. ثمّ يغرب قرابة منتصف الليل. ويكون القمر في الربع الأوّل منخفضاً في الخريف، وعالياً في الربيع، وفي موقع متوسّط في الصيف والشتاء.

البدر: تصبح جهة القمر المقابلة للأرض مضيئة بكاملها. ويرتفع البدر في الشرق، مع غروب الشمس في الغرب. ويبقى في السماء طوال الليل فيبلغ أعلى نقطة له قرابة منتصف الليل. ويكون البدر في الصيف منخفضاً كشمس الظهيرة في وسط الشتاء. ويكون علوّه الظاهريّ في الشتاء مشابهاً لعلوّ شمس الظهيرة في الصيف. ويتّخذ مساراً متوسّطاً في كلّ من الربيع والخريف.

إنّ البدر الأقرب إلى الاعتدال الخريفيّ، الذي يحدث قرابة ٢٣ أيلول (عندما تكون الأنهر والليالي متماثلة في الطول)، يطلع بأقلّ تأخير على الاطلاق. وينير هذا الهلال الحقول للحصّادين الذين يعملون حتى ساعة متأخرة من الليل، ويُعرف بقمر الحصاد. ويُعرف بدر الشهر التالي، الذي يطلع أيضاً باكراً، بقمر الصيّاد.

الربع الثالث أو الأخير: على غرار الربع الأوّل يظهر القمر في الربع الثالث مضيئاً في نصف الجهة المواجهة للأرض. ويطلع القمر في الربع الثالث قرابة منتصف الليل، ويبلغ أقصى ارتفاع له عند الفجر، ويغرب قرابة الظهر. وفي الصباح، يكون هذا القمر في سماء نصف الكرة الغربيّ. ويكون قمر الربع الثالث عالياً في السماء في الخريف، ومنخفضاً في الربيع، ويتبع مساراً متوسّطاً في الصيف والشتاء. ثمّ يضيق الهلال الذي يتشكّل بعد ذلك تدريجيّاً، ويُعرف بالقمر المتناقص أو بالقمر القديم، مع اقترابه من وجه المحاق أو الهلال لانجاز الدورة.

ويمكن أحياناً رؤية قرص القمر مضاءً بشكل ضعيف بين قرنَي القمر المتعاظم أو المتناقص. ويسطع الهلال بسبب أشعة الشمس المباشرة، بينما يظهر باقي القرص بسبب ضوء الأرض. وضوء الأرض هو أشعة الشمس التي تُعكس باتجاه القمر من المنطقة التي تكون في فترة النهار على الأرض. ويُعرف هذا المظهر شعبيّاً بـ «القمر القديم بين ذراعَي القمر الجديد». ويظهر القمر بين البدر والربعين ككرة مائلة إلى الجانب، ويُعرف عندئذٍ بالقمر المحدَّب.

قرنا الهلال

يتّجه دائماً قرنا الهلال بعيداً عن الشمس. تخيّل خطّاً يصل طرفَي الهلال، ثمّ تخيّل خطّاً عموديّاً يمرّ في وسط الهلال. ويشير هذا الخطّ تقريباً في اتجاه الشمس. وقرابة موعد الاعتدال الخريفيّ، يكون الهلال الجديد الرفيع، الذي يُرى بعد غروب الشمس قرب الأفق، مائلاً بحيث أنّ الخطّ الذي يصل طرفَي القرنين يكون شبه متعامد مع خطّ الأفق. وفي الربيع، يكون الهلال الجديد أعلى في السماء وفوق مكان غروب الشمس تقريباً. ويكون الخطّ الوهميّ الذي يصل القرنين شبه متواز مع الأفق. وفي مناسبات نادرة، عندما تحجب الغيوم الشمس لساعة أو ساعتين بعد شروقها، لكنّها تترك قطاعاً ضيّقاً صافياً قرب الأفق، يمكن رؤية الهلال الجديد مع قرنيه إلى الأسفل. ويحدث الشيء نفسه للهلال القديم، إذا حُجبت الشمس لساعة أو ساعتين قبل الغروب.

جغرافيا القمر

إنّ المعالم السطحية التي تبدو كـ «رجل على القمر» هي في الحقيقة مجموعة من الحفر والقمم الجبليّة والوديان العميقة الضيّقة والسهول المستوية، أو «البحار». ويُعرف أكبر هذه «البحار» ببحر الأمطار Mare Imbrium، ويصل قطره إلى حوالى ١١٢٠ كيلومتراً.

ويوجد حوالى ٢٠ بحراً آخر هاماً على جهة القمر المواجهة للأرض. وتحمل هذه البحار أسماء، مثل بحر الهدوء Mare Serenitatis وبحر الأزمات Mare Crisium وبحر الغيوم Mare Nubium. ورغم أنّها تُسمّى سهولاً لكونها أكثر السطوح القمرية استواءً، فإنّها ليست مسطّحة تماماً، بل تمتدّ فيها سلاسل جبليّة، وتنتشر فوقها الحفر، وتقطعها أجروف وجدران صخريّة.

ويقول إحدى النظريات إنّ «البحار» تشكّلت بسبب اصطدامات نيزكيّة هائلة حدثت منذ بلايين السنين، عندما كان باطن القمر لا يزال حارّاً. ويُعتقد أنّ اصطدام النيازك بسطح القمر قد ولّد حرارة مرتفعة جدّاً، وأذاب سطح القمر، وأطلق كميّة من الصخر المصهور من الداخل، فتشكّلت البحار من الحمم. وتؤكّد نظرية حديثة أنّ اصطدام نيزك بالقمر يؤدّي على الأرجح إلى سحق الصخر عوضاً عن صهره. وقد زادت مسابير رانجر الثلاثة، التي أرسلتها الولايات المتحدة لتصوير القمر في العامين ١٩٦٤ و١٩٦٥، من تخمينات العلماء حول ما إذا كانت «بحار» القمر مكوّنة بشكل رئيسيّ من الرماد البركانيّ أو سيول الحمم أو الغبار أو من مادّة غير معروفة.

تحيط بـ«البحار» جبال هائلة، أُطلقت عليها أسماء مثل الألب والبيرينيه والكاربات، نسبةً لسلاسل الجبال على الأرض. وأكثر السلاسل الجبليّة ارتفاعاً على سطح القمر هي سلسلة لَيبنيتز Leibnitz، التي يبلغ ارتفاع أعلى قمّة فيها ٩٠٠٠ متر.

وتنتشر فوق سطح القمر عشرات آلاف الحفر، التي كثيراً ما تتراكب، الواحدة منها فوق الأخرى. وقد تناقش العلماء طويلاً في موضوع أصلها وتكوينها. وتقول إحدى النظريات إنّ الحفر قد تكون فوهات براكين خمدت منذ بلايين السنين. إلّا أنّ





▼ القمر كما صوّرته المركبات الفضائية



النظريّة التي يتوافق عليها اليوم معظم العلماء تؤكّد أنّ الحفر قد نتجت عن وابل من الحجارة النيزكيّة، وعن النشاط البركاني على حدّ سواء.

ويحمل الكثير من حفر القمر أسماء فلكيين مشهورين، فنجد حفرة تيكو (نسبة إلى تيكو براهيه) وكوبرنيكوس وكبلر. ويحمل بعض الحفر الأخرى شعاعات، هي خطوط فاتحة اللون، تمتدّ من الحفر على نحو شعاعيّ مثل قضبان العجلة. ويمتدّ بعض هذه الشعاعات على أكثر من ١٦٠٠ كيلومتر. ولا يتجاوز عرض أيّ منها ١٩ متراً. في سنة ١٩٦٤، أرسل مسبار «رانجر ٧» أوّل صور قريبة لهذه الشعاعات. وقد تبيّن أنّها تجمّعات من الحفر الصغيرة. ويعتقد معظم العلماء أنّها تشكّلت نتيجة وقوع الشظايا التي تطايرت بعد اصطدام الحجارة النيزكيّة بسطح القمر، وتشكيلها بذلك الحفر الكبيرة. ويتراوح قطر الحفر الكبيرة بين أقلّ من ١,٥ كيلومتر وما يقارب ٢٤٠ كيلومتراً. وعلى غرار «البحار»، تحيط بهذه الحفر جبال عالية.

هناك أكثر من ألف واد عميق – تُعرف بالرّيلات (جمع ريل وهو حزّ طويل كالوادي في سطح القمر) أو الشقوق – على سطح القمر. ويتراوح طول هذه الوديان بين ١٦ و٤٨٠ كيلومتراً، ولا يتجاوز عرضها المترين، فيما يبقى عمقها غير معروف. ويعتقد العلماء أنّ الرّيلات هي شقوق أو صدوع في سطح القمر، تشكّلت على طول مناطق وهن، نتجت عن شكل من أشكال الاحتراز والتمدّد الداخليين. وخلال حدوث كسوف شمسي، تشكّل أحياناً أشعة الشمس التي تلمع في الوديان على حافة قرص القمر، دائرةً من النقاط اللامعة تُعرف بـ«خرزات بايلي» أو «عقد بايلي».

هل للقمر جوّ؟

اعتقد العلماء لسنين طويلة أنّ لا أثر لأي غاز أو جوّ على القمر. ولكنّ بعض الأدلة يشير اليوم إلى وجود جوّ، مع أنّه قد يكون قليل الكثافة بحيث لا يمكن قياسه. خلال أحد احتجابات سديم السرطان، اكتشف فلكيون، يستخدمون تلسكوباً لاسلكيّاً في جامعة كمبريدج، حدوث انحناء ضئيل في أشعة السديم. وقد يكون هذا الانحراف ناتجاً عن وجود جوّ رقيق حول القمر.

في سنة ١٩٥٦، سجّل فلكيون وجود ما بدا وكأنه سحابة فوق الحفرة ألفونسوس. وفي سنة ١٩٥٨، أعلن الفلكي السوفياتي نيكولاي أ. كوزيريف عن حدوث ثوران ظاهريّ من الحفرة. وأخذ صوراً طيفيّة أظهرت وجود غازات قليلة الكثافة. وقد أحيت اكتشافات كوزيريف المناقشات والجدالات بين مؤيّدي نظريّة الأصل البركانيّ للحفر القمريّة ومؤيّدي نظريّة الأصل النيزكي. واعتبر الكثير من العلماء أنّ كوزيريف لم ير ثوراناً بركانيّاً حقيقيّاً، بل نفخة من الغاز والغبار من تحت السطح، ناتجة ربّما عن الحرارة المرتفعة. ولبعض الحفر الصغيرة، ضمن حفرة ألفونسوس الكبيرة، «هالات سوداء» يُعتقد أنّها تراكمات من المواد التي ملأت الرّيلات التي تقع على طولها.

يدعم معظم الأدلّة العلميّة النظريّة القائلة إنّ القمر بارد وصلب تحت السطح. ولا ينتفخ قطره، الموجّه باتّجاه الأرض، إلّا بقدر ضئيل جداً. ولو كان باطن القمر لم يزل حارّاً ومنصهراً، لكانت الجاذبية أثّرت على الأرجح تأثيراً أكبر في قطره.

يمتصّ سطح القمر الحرارة عندما يواجه الشمس. وفي هذه الفترات، تصل أحياناً درجة الحرارة السطحيّة إلى ٨٠° مئويّة. وعندما تُحجب أشعة الشمس بسبب دوران القمر حول محوره، تهبط درجات حرارة السطح إلى ٩٠° مئويّة تحت الصفر. وقد كشفت الأجهزة أنّ السطح يبرد بسرعة أكبر من الطبقة التحتسطحيّة. وتُعتبر هذه الظاهرة دليلاً على أنّ المادّة المكوّنة للسطح تختلف عن المادة الموجودة تحته.

الرحلات الفضائيّة إلى القمر

في بداية السنة الجيوفيزيائيّة الدوليّة سنة ١٩٥٧، كثّفت الولايات المتحدة والاتحاد السوفياتي السابق أبحاثهما لصنع مسبار قمري. وفي السنوات القليلة التي تلت، ازدادت معرفتنا بالقمر إلى حدّ بعيد.

في سنة ١٩٥٨، أرسلت الولايات المتحدة صاروخاً من طراز «پايونير ١» إلى ثلث المسافة بين الأرض والقمر. وفي سنة ١٩٥٩، مرّ المسبار السوفياتي «لونا ١» على بعد ٧٤٥٦ كيلومتراً من القمر، ودار في مدار حول الشمس. ومرّ أيضاً «پايونير ٤ و٥»، اللذان أُطلقا سنتي ١٩٥٩ و١٩٦٠، قرب القمر قبل أن يسيرا في مدار حول الشمس. وفي سنة ١٩٥٩، هبطت «لونا ٢» متحطّمة على سطح القمر. وفي السنة نفسها، بثّت «لونا ٣» إلى الأرض أولى الصور للجهة البعيدة من القمر. وفي ٣١ تموز ١٩٦٤، أصبحت «رانجر ٧» أول مركبة فضائيّة أميركيّة تصوّر القمر. وقامت جميع المسابير الأولى إمّا بالمرور قرب القمر أو بالهبوط متحطّمة على سطحه.

وقد نجحت مركبات فضائيّة متقدّمة أكثر في الهبوط بهدوء على القمر، أو دارت في مدار حوله. وكان المسبار السوفياتي «لونا ٩» أوّل مسبار يحطّ على القمر سالماً، وقد نزل في محيط العواصف في ٣ شباط ١٩٦٦. وأرسلت «لونا ٩» بضع صور فقط قبل أن تتوقّف بطّاريتها عن العمل. وفي ٢ حزيران ١٩٦٦، هبط أيضاً المسبار الأميركيّ «سورڤيور ١» في محيط العواصف. وأرسل هذا المسبار أكثر من ١١,٠٠٠ صورة. وقد حملت المركبات من نوع «لونا» و«سورڤيور» التي هبطت بعد ذلك على سطح القمر، آلات تصوير وأجهزة لدراسة سطح القمر.

وضعت مركبات سوفياتيّة أخرى من طراز «لونا» في مدار حول القمر، وأطلقت أيضاً الولايات المتحدة مركبات من طراز «لونار أوربيتر» (المركبة المداريّة القمريّة) في مدار حول القمر. وخلال عامَي ١٩٦٦ و١٩٦٧، قامت المركبات المداريّة القمريّة بمسح واسع لسطح القمر، بحثاً عن مناطق مناسبة لإنزال المركبات المأهولة من طراز «أبولو». وكانت «أبولو» أوّل مركبة مأهولة تدور حول القمر، وذلك في كانون الأوّل ١٩٦٨. وفي تموز ١٩٦٩، حملت «أبولو ١١» أوّل رجال إلى سطح القمر. قام روّاد الفضاء الأميركيون بخمس رحلات أخرى إلى القمر من عام ١٩٦٩ إلى عام ١٩٧٢. وقد التقطوا آلاف الصور، وجمعوا عدداً كبيراً من العيّنات، وأجروا مجموعة واسعة ومتنوّعة من التجارب، التي هدف الكثير منها إلى الحصول على معلومات أكبر حول بنية القمر الداخليّة. إنتهى البرنامج الأميركيّ لهبوط المركبات الآهلة على القمر بـ«أبولو ١٧» في كانون الأوّل ١٩٧٢. ومع أنّ الاتحاد السوفياتيّ السابق لم يُنزل قطّ مركبة آهلة على القمر، فقد وضع مركبات ذاتيّة الحركة على سطح القمر في العام ١٩٧٠، ثمّ مجدّداً في العام ١٩٧٢. واستمرّ الاتحاد السوفياتيّ السابق بإطلاق المسابير القمريّة غير الآهلة حتى العام ١٩٧٤.

منذ ملايين السنين، كان طول اليوم ١٨ ساعة

في دراسة نُشرت في عدد ٥ تموز ١٩٩٦ من مجلّة ساينس Science، جاء أن طول اليوم منذ ٩٠٠ مليون سنة لم يتجاوز ١٨ ساعة. وقد كتب هذه الدراسة علماء بالكواكب وجيولوجيّون من جامعة أريزونا في توسون، ودائرة المسح الجيولوجيّ لولاية انديانا في بلومنجتون، وجامعة يوتا في سولت ليك سيتي، وجامعة ولاية كولورادو في فورت كولينز، الذين استنتجوا من السجلّ الجيولوجيّ أنّ القمر يبتعد عن الأرض، بسرعة ثابتة تقريباً، منذ ملايين السنين. وقد ارتكزت نتائج الدراسة على بيانات الأنماط المديّة والجزريّة القديمة المخلّفة في الصخور الرسوبيّة في الولايات المتحدة وأستراليا.

إكتشف علماء الفلك منذ سنين عدّة أنّ القمر والأرض يبتعدان عن بعضهما البعض. وقد وفّرت بعثة أپولو ١١ الأميركيّة إلى القمر في العام ١٩٦٩، الوسيلة لجمع إثباتات مباشرة على هذا التباعد بوضع عاكس حزمة لايزر على سطح القمر. عن طريق إرسال حزمة لايزر من الأرض إلى العاكس الموجود على القمر، تمكّن العلماء من إجراء قياس دقيق للوقت الذي تتطلّبه حزمة اللايزر للوصول، وبالتالي قياس دقيق للمسافة بين الأرض والقمر، مع العلم أنّ حزمة اللايزر انتقلت بسرعة ٣٠٠،٠٠٠ كم/الثانية، أي بسرعة الضوء. وقد أظهرت قياسات العاكس أن الأرض والقمر يتباعدان بسرعة ٣،٨٢ سنتيمترات في السنة تقريباً. وكان الفلكيّون قد استنتجوا في وقت سابق من تواريخ الخسوفات القمريّة أنّ المسافة بين الأرض والقمر قد تغيّرت على مدى الزمن. إلّا أنّه كان من الصعب إيجاد سجّل جيولوجيّ حول العلاقة المتغيّرة بين الأرض والقمر. وفي الدراسة المذكورة، فحص الباحثون تراكمات تُعرف بالترسّبات المدّيجزريّة (صخور تشكّلت من الترسّبات الرمليّة والوحليّة التي تتركها حركة المدّ والجزر المحيطيّة) موجودة في أربعة تكوينات صخريّة من أعمار مختلفة. وهذه الصخور الرسوبيّة الأربع التي تمّت دراستها هي: تكوين بيج كوتون في يوتا (يعود إلى ٩٠٠ مليون سنة خلت)؛ وتكوين إلاتينا في أستراليا (يعود إلى ٦٥٠ مليون سنة خلت)؛ وتكوين پوتسڤيل في ألاباما (يعود إلى ٣١٢ مليون سنة خلت)؛ وتكوين مانسفيلد في إنديانا (يعود إلى ٣٠٥ ملايين سنة خلت). والتكوين الصخريّ هو مجموعة أو طبقات من الرسوبيّات الصخريّة متشابهة بشكل كافٍ لكي تُعتبر وحدة مستقلّة.

تشكّل الطبقات الرقيقة الموجودة في الترسّبات المديجزريّة سجلّات لحركة المد والجزر اليوميّة. وتُعرف حركتا المدّ القويّتان وحركتا المدّ الضعيفتان في كلّ شهر قمريّ – الوقت الذي يتطلّبه القمر لإنجاز دورة واحدة حول الأرض – بالمدّين التامين والمدّين الناقصين على التوالي، وتظهر على شكل أشرطة متمايزة. ويفصل بين هذه الأشرطة الموجودة في الترسّبات المديجزريّة بضعة مليمترات.

وتوفّر هذه الأنماط معلومات حول التفاعل المتبادل بين الأرض والقمر لأنّ حركة المدّ والجزر تنتج عن قوّة الجذب التي يمارسها القمر على الأرض (وبدرجة أقلّ قوّة جذب الشمس)، ولا سيّما على محيطات الأرض. تتحد قوّة الجذب الممارَسة على محيطات الأرض مع القوّة النابذة باتجاه الخارج، الناتجة عن دوران نظام الأرض والقمر للتسبّب بحركة مدّ في جهتي الأرض الأقرب من القمر والأبعد منه. ومع دوران الأرض حول محورها، تنتقل حركة المدّ عبر سطح الأرض وتولّد مدّين كلّ يوم في أي موقع من محيطات الأرض. وينتج المدّان الناقصان الضعيفان والمدّان التامّان القويّان في كلّ شهر قمري عن تغيّر تراصف القمر مع الشمس، أثناء دوران القمر حول الأرض.

قام الباحثون، وعلى رأسهم العالم بالكواكب شارلز پ. سونيت الأستاذ الفخري في جامعة أريزونا، بدراسة عيّنات الصخور لتحديد الأنماط الموسميّة ضمن دورات المدّ والجزر التي تشير على انقضاء سنة كاملة. وتمكّن الباحثون من عدّ الدورات القمريّة كلّ سنة، وحدّدوا السرعة التي يدور بها القمر حول الأرض. وكما كان متوقّعاً، وجد العلماء أنّه، منذ ملايين السنين، كان القمر يدور حول الأرض بسرعة أكبر من اليوم. ترتبط استطالة الدورة القمريّة بشكل مباشر بابتعاد القمر عن الأرض: مع تباطؤ دوران الأرض والقمر، يبتعد القمر عن الأرض. بلغة الميكانيكا، يبقى الزخم (كميّة التحرّك) الإجماليّ للجرمين على حاله تقريباً (تضيع كميّة معيّنة من الطاقة في الاحتكاك عبر حركة المدّ والجزر)، لكنّ بعض الطاقة الكامنة – الطاقة المرتكزة على الموقع في النظام الميكانيكيّ بدلاً من الحركة – يُنقل إلى القمر.

بالإستناد إلى تغيّر طول الدورة القمريّة على مدى الزمن، حسب العلماء سرعة ابتعاد القمر طوال مئات ملايين السنين. ووجدوا أنّ هذه السرعة مساوية للسرعة الحاليّة التي وجدها اختبار برنامج أپولو، ما يشير إلى أنّ تراجع القمر حدث بشكل منتظم على مدى الزمن.

استناداً إلى سرعة تراجع القمر والميكانيكا المداريّة لنظام الأرض والقمر، وجد واضعو الدراسة أنّ اليوم على الأرض منذ ٩٠٠ مليون سنة، أي نحو نهاية الدهر الفجريّ، قد دام ١٨ ساعة فقط. وأشارت الدراسة إلى أنّه في الدهر الفجري المتأخّر، وقعت السنة – دورة كاملة للأرض حول الشمس – في ٤٨١ يوماً.

إنّ تتبّع ديناميكا الأرض والقمر عبر الأزمنة الجيولوجيّة الماضية يوفّر معلومات ثمينة للعلماء بالكواكب الذين يحاولون تحديد منشأ القمر. تقدّم العلماء بعدّة نظريّات لتفسير كيفيّة تكوين القمر. وتنصّ إحدى هذه النظريّات على أنّ القمر انشقّ عن الأرض، بينما تقول نظريّة أخرى إنّ القمر قد تكوّن بالتزامن مع النظام الشمسيّ والكواكب الأخرى، وتؤكّد نظريّة ثالثة أنّ القمر تكوّن باصطدام الأرض بجسمٍ بحجم كوكب.

سطح القمر



السفر في الفضاء

إستكشاف الفضاء الخارجي

«إنّها خطوة صغيرة لرجل، ولكن قفزة عملاقة للبشريّة». قال نيل أ. أرمسترونج هذه الكلمات في ٢٠ تموز ١٩٦٩، وهو ينزل من المركبة «إيجل» ليدوس سطح القمر. وبعد ذلك بدقائق، لحق به إدوين إ. ألدرين؛ وأصبح رائدا الفضاء الأميركيّان أول رجلين يطآن سطح القمر. وبقي زميلهما مايكل كولنز في مدار حول القمر على متن مركبة القيادة «كولومبيا» من المركبة «أبولو ١١».

سار أرمسترونج وألدرين بسهولة غير متوقّعة على سطح القمر، والتقطا صوراً، وأجريا اختبارات، وجمعا عيّنات من تربة القمر وصخوره. وبعد ٢١ ساعة و٤٢ دقيقة على سطح القمر، انضمّا إلى زميلهما كولنز ليعود الجميع بسلام إلى الأرض.

وقد شكّلت رحلة «أبولو ١١» الملحميّة – والرحلات الفضائية الآهلة الأخرى التي جرت في الستينات – نقطة الذروة لقرون من التخمين والدراسة، وعشرات السنين من العمل على المشاكل العمليّة لاستكشاف الفضاء. وتُعتبر هذه الرحلات مقدّمة لرحلات أطول في المستقبل ستحمل الانسان إلى المريخ والكواكب الأخرى، وربما في النهاية إلى خارج النظام الشمسيّ.

الفضاء – الحدود الجديدة

إنّ وصول الإنسان إلى الفضاء هو إحدى أكبر المغامرات التي شهدتها الأزمنة الحديثة. وقد نقلت الرحلات الفضائيّة الأجهزة أوّلاً، ثمّ الانسان بنفسه، إلى أبعاد كانت غير معروفة أو مفهومة تماماً حتى السنوات الأخيرة. وعلى رغم أنّ الانسان قد قطع حدود الفضاء، فإنّ الفضاء لا يزال يحمل أسراراً ومفاجآت لا تُعَدّ ولا تُحصى.

العالم خارج الأرض

الفضاء هو المنطقة الممتدّة خارج حدود جوّ الأرض. ومن الصعب تحديد بداية الفضاء، إذ أنّ الجوّ لا ينتهي فجأة، بل تنخفض كثافته تدريجياً مع الارتفاع.

أمّا بالنسبة للإنسان، فإنّ الشروط السائدة في الفضاء تبدأ على ارتفاع حوالى ١٣,٥٠٠ متر. وفوق هذا الحدّ، يحتاج الإنسان إلى بزّة ضغطيّة مغلقة بإحكام أو حجرة مكيّفة الضغط، لكي يتمكّن من التنفّس. وتستطيع الطائرات النفّاثة المجنّحة التي تحتاج إلى أكسجين الهواء أن تطير على ارتفاعات تتجاوز ٢٤,٠٠٠ متر بقليل. وقد ارتفع بعض المناطيد إلى حوالى ٤٥,٠٠٠ متر. أمّا الطائرات التي تسيّرها الصواريخ والتي لا تحتاج إلى أكسجين الهواء، فقد وصلت إلى أكثر من ١٠٦,٢٠٠ متر، وهو مستوى يقع فوق ٩٩٪ من الجوّ.

وعلى ارتفاع حوالى ١٦٠ كيلومتراً، تستطيع الأقمار الصناعيّة الدوران في مدار الأرض. ويمكن القول إنّ الفضاء الحقيقيّ يبدأ على هذا الارتفاع. وتوصف المناطق الأبعد من الفضاء بالأجرام التي تحدّها. فهناك الفضاء بين الأرض والقمر؛ والفضاء البيكوكبيّ الذي يمتدّ بين الشمس وكواكب النظام الشمسيّ؛ والفضاء البيْنجميّ الذي يمتدّ بين نجوم المجرّة الواحدة؛ والفضاء البيْمجرّيّ (وهو فضاء لا يمكن تخيّل كبره) الذي يمتدّ بين المجرّات الكثيرة التي يشتمل عليها الكون.

يحتوي الفضاء على كميّة أقلّ من المادّة في وحدة الحجم من أقصى الفراغات التي يمكن خلقها في المختبر، إلّا أنّه ليس فارغاً على الاطلاق. تنتشر الاشعاعات في الامتدادات الشاسعة الواقعة بين الأجرام السماويّة الكبيرة، وتندفع فيها الجسيمات المشحونة والمادّة التي تتراوح بين النيازك الدائرة الكبيرة الحجم والحبّات الصغيرة المعروفة بـ «الغبار الكونيّ».

ما الهدف من استكشاف الفضاء؟

يشكّل الفضاء، دون ريب، بيئة غير ملائمة للإنسان وآلاته. ويتطلّب الأمر قدراً كبيراً من الإبداع والوقت والمهارة والمال، ليتمكّن الانسان من البقاء على قيد الحياة في الفضاء ولتعمل آلاته بالشكل المطلوب. وعلى الرغم من ذلك، فقد انكبّت الجهود، ولا تزال، على استكشاف الفضاء.

ويكمن أحد الأسباب الرئيسيّة لاستكشاف الفضاء في زيادة معرفة الانسان بالأرض والنظام الشمسيّ والكون. وقد أعطت الأقمار الصناعيّة الكثير من المعلومات الجديدة حول الأرض. وتسمح «مراكز الرصد» فوق جوّ الأرض برصد الاشعاع الذي لا يخترق جوّ الأرض. وجمعت المركبات الفضائيّة، في رحلاتها بعيداً عن الأرض، معطيات جديدة حول القمر والكواكب.

وينطوي أيضاً استكشاف الفضاء على قيمة عمليّة. فإنّ الأقمار الصناعيّة الأرصاديّة تساهم في توقّع الحالة الجويّة. وتزيد أقمار الاتصالات قنوات الاتصال الدوليّة، وتسمح ببثّ موجات التلفزيون بين القارّات. وتقوم أقمار الملاحة بتوجيه السفن في البحر، وتجري الأقمار العسكريّة عمليّات استطلاع حيويّة. وتسمح الأقمار الجيوديسيّة بوضع خرائط فائقة الدقّة. ويجد أخيراً الكثير من منتجات تكنولوجيا الفضاء تطبيقات واستعمالات على الأرض.

ولكن، قد نجد ربّما أهمّ سبب لاستكشاف الفضاء في فضول الانسان الذي لا يرتوي. ويذهب اليوم مستكشفو الفضاء إلى خارج نطاق الأرض، استجابة لنداء المجهول الذي دفع مَن سبقهم إلى عبور المحيطات واجتياز القارّات، إلى السعي للوصول إلى قطبَي الأرض، إلى ذرع السماء جيئة وذهوباً، وتسلّق الجبال، وخرق أعماق البحار.

برنامج «أبولو» – إرسال إنسان إلى القمر

مهّد مركوري وجميناي الطريق لبرنامج «أبولو»، الذي كان هدفه استكشاف الانسان للقمر والنزول عليه. وبدأ تصميم وتطوير مركبة «أبولو» ذات المركبات الفرعيّة الثلاث، والتي تحمل على متنها ثلاثة روّاد في ستينات القرن العشرين.

حُدّد موعد الاختبار الأوّل لمركبة «أبولو» الآهلة في سنة ١٩٦٧؛ ولكن في كانون الثاني ١٩٦٧، وأثناء إجراء عدّ عكسيّ تجريبيّ، لقي روّاد الفضاء جريسوم ووايت وروجر ب. شافي حتفهم، عندما اجتاحت نيران مفاجئة وقصيرة الأجل مركبة القيادة حيث كانوا جالسين. وأُطلقت أوّل مركبة «أبولو» آهلة، هي «أبولو ٧»، في ١١ تشرين الأوّل ١٩٦٨. وبقي روّاد الفضاء شيرا ودون ف. أيزيلي ووالتر كانينجهام في مدار الأرض لمدّة ١١ يوماً.

في ١٩٦٨/١٢/٢١، تمّ إطلاق «أبولو ٨». وأصبح روّاد الفضاء الذين كانوا على متنها، بورمان ولوفيل ووليام أندرز، أوّل بشر يدورون في مدار القمر، وقد أنجزوا عشر دورات حول القمر. حملت «أبولو ١١»، التي أُطلقت في ١٩٦٩/٧/١٦، أوّل رجلين يدوسان سطح القمر. فقد حطّ ربّان مركبة القيادة نيل أ. أرمسترونج وربّان المركبة القمريّة إدوين إ. ألدرين جونيور في بحر السكون في



▲ مكّوك في الفضاء

▼ مشهد للأرض من المكّوك الفضائي





رائدان أميركيان يستكشفان سطح القمر



الساعة ٣،١٧ من بعد ظهر يوم ٢٠ تموز. وفي الساعة ٩،٥٦ مساءً، وطىء أرمسترونج سطح القمر، ثمّ لحق به ألدرين. وبقي مايكل كولنز في مركبة القيادة الدائرة في مدار القمر.

وحقّق كلّ من شارلز كونراد جونيور وألان ل. بين من «أبولو ١٢»، التي أُطلقت في ١٤ تشرين الثاني سنة ١٩٦٩، الهبوط الثاني على سطح القمر في ١٩ تشرين الثاني سنة ١٩٦٩، وقد رافقهما في الرحلة ريتشارد ف. جوردون جونيور. وأنجز شيبارد (أوّل أميركي يطير في الفضاء) وإدجار د. ميتشل ثالث هبوط على سطح القمر في ٥ شباط ١٩٧١، وقد حطّا مع ستوارت أ. روزا في «أبولو ١٤».

وقام روّاد الفضاء في «أبولو ١٥» بالهبوط الرابع على سطح القمر، في ٣٠ تموز ١٩٧١. إستخدم روّاد الفضاء سيّارة قمريّة عاملة بالكهرباء لجمع حوالى ٧٧ كيلوغراماً من الصخور والتربة. وجرى الهبوط الخامس في ٢٠ نيسان ١٩٧٢، عندما حطّ أفراد طاقم «أبولو ١٦» في مرتفعات «ديكارت» الوعرة. وقد جمعوا العيّنات الأولى من تربة وصخور الجبال القمريّة.

أُطلقت «أبولو ١٧»، آخر مركبة من مجموعة أبولو، في ٧ كانون الأوّل ١٩٧٢. وقد أمضى إثنان من روّاد الفضاء أربعة أيّام على سطح القمر، وأجريا اختبارات لدراسة بيئة القمر وباطنه.

في ١٤ أيار ١٩٧٣، أُطلق سكايلاب، وهو مختبر فضائيّ يصل وزنه إلى ١٠٠ طن، في مدار الأرض. والتحم الطاقم الأوّل – كونراد وجوزف ب. كيروين وبول ج. وايتز – الذي كان على متن مركبة أبولو معدّلة، بـ«سكايلاب ٢» في ٢٥ أيّار. وقد شملت الاختبارات التي أجروها، أبحاثاً حول الشمس وموارد الأرض وردّ فعل جسم الانسان على البقاء مدّة طويلة في الفضاء، وقد أمضوا ٢٨ يوماً في الفضاء. وكسر أفراد طاقم «سكايلاب ٣» هذا الرقم، إذ أمضوا ٥٩ يوماً في الفضاء. وسقط هذا الرقم القياسيّ من جديد، عندما أمضى أفراد طاقم «سكايلاب ٤» ٨٤ يوماً في الفضاء.

برنامج المكّوك الفضائيّ

في السبعينات، صنعت الولايات المتحدة المكّوك الفضائيّ، وهو أوّل مركبة فضائيّة أهلة قابلة لإعادة الاستعمال. ويجمع المكّوك ثلاثة أنظمة: مركبة مداريّة مجنّحة تحمل الطاقم والآلات؛ وخزّاناً خارجيّاً يحتوي على وقود دفعيّ للمحرّكات الصاروخيّة الرئيسيّة الثلاثة؛ ومعزّزين صاروخيّين صلبين لرفع المركبة فوق القسم الأكثر كثافة من الجوّ. وقد صُمّم المعزّزان للنزول بالمظلّة في المحيط لاعادة تأهيلهما، بينما تحطّ المركبة المداريّة على مدرج في نهاية الرحلة.

بدأ البرنامج بصنع أربعة مكّوكات فضائيّة، أُطلق عليها أسماء سفن شهيرة: كولومبيا وشالنجر وديسكوفري وأطلنتس. طارت «كولومبيا» في أربع رحلات مداريّة اختباريّة من نيسان ١٩٨١ إلى تموز ١٩٨٢. وقد قام بالرحلة الأولى رائدا الفضاء جون و. يونج وروبرت كريبن. ونقلت الرحلات الثلاث اللاحقة أحمالاً لإظهار منفعة المكّوك كناقلة. وبدءاً من الرحلة الخامسة في العام ١٩٨٢، حمل المكّوك أجهزة عاملة.

قام مكّوك شالنجر بأوّل رحلة له في نيسان ١٩٨٣. وفي رحلته الثانية، في حزيران من السنة نفسها، ضمّ الطاقم أوّل امرأة أميركيّة تصعد إلى الفضاء: سالي ك. رايد. أُطلق مكّوك كولومبيا من جديد في تشرين الثاني حاملاً على متنه «سبايسلاب ١»، وهي مركبة – مختبر شديدة التعقيد، صنعتها وكالة الفضاء الأوروبيّة، ووهبتها لإجراء التجارب العلميّة في الفضاء.

في شباط ١٩٨٤، استعمل بروس ماك كاندلس الثاني وروبرت ل. ستوارت أجهزة دفع بالنفث الغازيّ، محمولة على الظهر للتنقّل والعمل في الفضاء والعودة إلى مكّوك «شالنجر»، من دون أي حبل يربطهما بالمركبة الفضائيّة. وُضع مكّوك «ديسكوفري» قيد العمل في العام ١٩٨٤، وتلاه «أطلنتس» في العام ١٩٨٥.

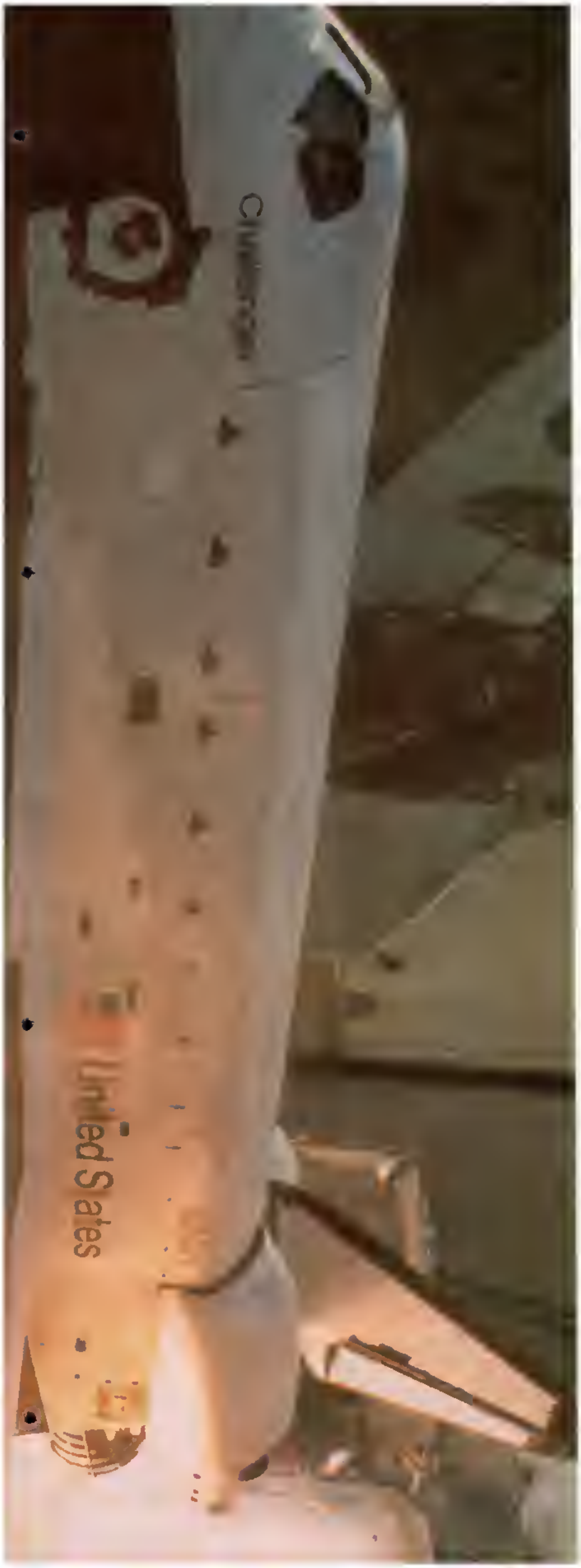
في ٢٨ كانون الثاني ١٩٨٦، وبعد ٢٤ رحلة ناجحة، انفجر مكّوك «شالنجر» بعد ٧٣ ثانية من إطلاقه. وقُتل أفراد طاقمه السبعة، ومنهم المدرّسة كريستا ماك أوليف التي فازت بمسابقة «معلّم في الفضاء» التي اشترك فيها مدرّسون من جميع أنحاء الولايات المتحدة. عُلّق برنامج المكّوك الفضائيّ إلى حين إيجاد سبب الانفجار. وعادت الولايات المتحدة إلى الفضاء في العام ١٩٨٨ بإطلاق المكّوك الفضائيّ «ديسكوفري»، في شهر أيلول من تلك السنة. وقد خضع تصميم المكّوك لمئات التعديلات. وفي كانون الأوّل ١٩٨٨ ثمّ في أيّار ١٩٨٩، قام «أطلنتس» برحلتين ناجحتين. في سنة ١٩٩١، استبدلت الولايات المتحدة مكّوك «شالنجر» بمكّوك «إنديڤور» الجديد.

أطلق الاتحاد السوڤياتي السابق المكّوك الفضائيّ «بوران» (العاصفة الثلجيّة) في رحلة لا يقودها إنسان، في تشرين الثاني ١٩٨٨. وقد أنجز هذا المكّوك دورتين حول الأرض، وكان مشابهاً جدّاً للمكّوك الأميركيّ في ما عدا تصميم صاروخ الإطلاق.

روّاد الفضاء

التدريب الخاص بالمهمّة: يشمل دراسة تصميم ونسق قمرة القيادة وأنظمة التحكّم بالطيران، وعملاً هندسيّاً، والتأقلم مع التجهيزات والمعدّات المختلفة. خلال هذا التدريب، يُعيّن المرشحون لتشغيل أنظمة الطيران الفضائيّ المختلفة وللقيام بشتّى أنشطة الدعم. ويُجرى تقدير لأدائهم في هذه المهمّات الموكلة إليهم، وأيضاً في مراحل التدريب الأخرى. وتحدّد هذه التقديرات ما إذا سوف يقبل المرشّحون كروّاد فضاء أم لا.

إنّ قبول المرشّح كرائد فضاء لا يضمن إرساله على الفور في مهمّة فضائيّة. وقد انتظر بعض روّاد الفضاء الطيّارين ١٢ سنة قبل أن يطيروا في الفضاء. أثناء الإنتظار، يستمرّ روّاد الفضاء في العمل في مجالات هندسية مختلفة. ويصبح بعض روّاد الفضاء خبراء في الكثير من العمليّات أو أنشطة الدعم. وتساعد هذه المعرفة الخاصة روّاد الفضاء على الإشتراك في رحلات يكون فيها اختصاصهم ضروريّاً.



إطلاق المكّوك الفضائيّ شالنجر



عند إلحاق روّاد الفضاء بطاقم، يقضون القسم الأكبر من وقتهم في التدريب داخل مُحاكيات آليّة أو الكترونيّة. والمحاكي جهاز يخلق ظروف الرحلة الفضائيّة. يقضي أفراد الطاقم حتى ثماني ساعات في اليوم في الأجهزة المحاكية للتمرين على كل جزء من مهمّتهم. ويُخضع المدرّبون أفراد الطاقم لمشاكل يجب أن يحلّوها ويصحّحوها، لتحضيرهم على مواجهة أيّ حالة طارئة ممكنة.

يقضي روّاد الفضاء وقتاً أطول في الأجهزة المحاكية ممّا يقضون في الفضاء. وهم يعتبرون هذه الأجهزة تحضيراً قيّماً لما سوف يواجهونه، في ما بعد، خلال الرحلات الفعليّة. فعلى سبيل المثال، استعمل روّاد الفضاء في أبولو ١٣ مخزونَ الأكسجين والطاقة الموجود في مركبتهم القمريّة للعودة بسلام وأمان إلى الأرض، بعد حدوث انفجار أصاب مركبتهم الرئيسيّة بالأضرار. وقد تمكّن الطاقم من انجاز هذه العمليّة بسهولة نسبيّة، نظراً إلى أنّهم تدرّبوا عليها في المحاكيات.

ويتدرّب أيضاً روّاد الفضاء في نموذج بالحجم الطبيعيّ عن المركبة الفضائيّة. وتساعد هذه النماذج أفراد الطاقم على التمرّن على العمل والحياة في حجرات المركبة المغلقة. يخزن روّاد الفضاء الموادّ، ويحضّرون الطعام، ويتحقّقون من المعدّات والتجهيزات في النماذج. كما أنّهم يتدرّبون على دخول المركبة الفضائيّة والخروج منها.

قد يقضي روّاد الفضاء المبتدئون حتى ١٨ شهراً في التدرّب للقيام بمهمّة في الفضاء. وقد لا يحتاج روّاد الفضاء الذين سبق لهم السفر في الفضاء إلى أكثر من ستة أشهر من التدرّب قبل أن يصبحوا جاهزين للطيران من جديد.

التدريب الخاصّ: يحضّر هذا التدريب روّاد الفضاء للقيام بمهمّات لا نجدها في جميع الرحلات. فعلى سبيل المثال، تعلّم روّاد الفضاء الأميركيّون الذين شاركوا في المشروع الاختباري الأميركي السوفياتي أبولو – سويوز في ١٩٧٥، اللغة الروسيّة؛ واشتركوا في عمليّات محاكية للطيران في كلّ من الولايات المتحدة والاتحاد السوفياتي. ويتمرّن روّاد الفضاء الذين يعملون في «سبايس لاب» على تشغيل المعدّات والأجهزة الخاصّة اللازمة لاجراء تجارب علميّة وهندسيّة. ويتدرّب بعض روّاد الفضاء الذين يسافرون في المكّوكات الفضائيّة على استعمال المحرّكات النفّاثة المحمولة في حقيبة ظهر للتدرّب على الطيران، من وإلى المركبة الفضائيّة من دون حبل أمان.

روّاد الفضاء على الأرض

إنّ روّاد الفضاء الذين يشتركون في مهمّة فضائيّة يعملون على الأرض وفي الفضاء، على حدّ سواء. يتولّى الذين يبقون على الأرض نقل المعلومات والتعليمات من مراقبي الرحلة والمهندسين والعلماء إلى الطاقم. وفي حال حدوث مشاكل، يحاول روّاد الفضاء هؤلاء ايجاد الحلول المناسبة بمساعدة المهندسين وغيرهم من الخبراء.

ساهم روّاد الفضاء في تغيير تصميم المركبات الفضائيّة وأنظمتها العاملة. فقد أصرّ، مثلاً، روّاد الفضاء في برنامج مركوري على وضع نافذة في المركبة الفضائيّة وباب صغير يفتح من الداخل، وعلى الحصول على المزيد من السيطرة في قيادة المركبة. وعمل روّاد الفضاء في المكّوكات الفضائيّة على تحديد المكان المثاليّ لوضع الأجهزة المختلفة. كما أنّهم ساهموا في اختراع تجهيزات خاصّة مثل الأدوات المستعملة في تصليح الأقمار الصناعيّة.

روّاد الفضاء السوفيات

منذ نيسان ١٩٦١، طار في الفضاء أكثر من ٩٠ رائد فضاء سوفياتياً أو من مجموعة الدول المستقلّة (منذ العام ١٩٩٠). قُتل أربعة من روّاد الفضاء هؤلاء خلال إحدى الرحلات الفضائيّة. ففي نيسان ١٩٦٧، قُتل رائد الفضاء ڤلاديمير كوماروف عندما تعطّل عمل مظلّة مركبته الفضائيّة. وفي حزيران ١٩٧١، توفي روّاد الفضاء جيورجي دوبروفولسكي وڤكتور باتساييف وڤلاديسلاف ڤولكوف في رحلة العودة، عندما تسرّب الهواء خارج كبسولتهم.

يتدرّب روّاد الفضاء الروس في مركز ي. أ. جاجارين، المعروف أيضاً بـ«مدينة النجوم»، قرب موسكو. تنطلق الصواريخ الفضائيّة من مدرج بايكونور الفضائيّ الواقع قرب بحر أرال في جنوب وسط كازاخستان. وتهبط المركبات في مناطق نائية مسطّحة من كازاخستان. والحقيقة هي أنه كثيراً ما تنتهي الرحلات الفضائيّة في حقول القمح.

كان روّاد الفضاء الأوائل طيّارين حربيّين ومدرّبي طيران. وكان معظمهم في أوائل العقد الثالث من العمر، وقد أُرسل العديد منهم إلى الجامعة بعد رجوعهم من الفضاء. منذ رحلة ڤالنتينا ترشكوفا في العام ١٩٦٣، ضمّت طواقم روّاد الفضاء مهندسين وفيزيائيّين مدنيّين.

لم يستغرق تدريب روّاد الفضاء السوفيات الأوائل أكثر من سنتين. وكان البرنامج الأصليّ يبدأ بشهرين من النشاط الرياضيّ المتواصل، يشمل الغطس من مكان مرتفع والتزلّج والمصارعة والقفز بالمظلّة فوق الأرض والماء. لم يتطلّب برنامج التدريب الأميركيّ مثل هذه الأنشطة، لكنّه يُطلب من روّاد الفضاء الأميركيّين الوصول إلى حالة جسديّة جيّدة بجهدهم الخاصّ.

وشمل أيضاً البرنامج السوفياتيّ الأوّل التدريب في نوابذ (ج: نابذة؛ آلات تحاكي الجاذبيّة المتزايدة) وحجرات حارّة وغرفة عزل تُعرف بـ«غرفة الرعب». وقد صُمّم جهاز آخر، هو كرسيّ متأرجح دوّار، يُستعمل لاختبار روّاد الفضاء حول مرض الحركة Motion Sickness.

مع ازدياد المعرفة بالفضاء، أصبح برنامج التدريب السوفياتي أقلّ صعوبة. فعلى سبيل المثال، تمّ إلغاء الحجرات الحارّة وغرف العزل، كما خُفّضت عمليّات القفز بالمظلّة. وأصبح أيضاً التدريب للسيطرة على مرض الحركة أكثر سهولة. ويقضي اليوم روّاد الفضاء الروس معظم وقتهم في دراسة الأنظمة المعقّدة في المركبات الفضائيّة، والعمل في المحاكيات. ويصرفون ٨ إلى ١٠ سنوات في التحضير للطيران الفضائيّ.



رائد فضائيّ على متن المكّوك شالنجر
يعمل على إصلاح قمر صناعيّ

استكشاف الفضاء

يشكّل استكشاف الفضاء ردّ الإنسان على فضوله في ما يتعلّق بالأرض والقمر والكواكب والشمس والنجوم الأخرى والمجرّات. تغامر المركبات الفضائيّة المأهولة وغير المأهولة إلى ما وراء حدود الأرض لجمع المعلومات القيّمة حول الكون. نزل البشر على سطح القمر، وعاشوا في المحطّات الفضائيّة لفترات طويلة من الزمن. يساعدنا استكشاف الفضاء على رؤية الأرض في علاقتها الحقيقيّة مع باقي الكون. وقد يكشف استكشاف الفضاء كيف تكوّنت الشمس والكواكب والنجوم، وما اذا كانت الحياة موجودة خارج عالمنا.

بدأ عصر الفضاء في ٤ تشرين الأوّل ١٩٥٧. ففي ذلك اليوم، أطلق الإتحاد السوفياتي السابق سبوتنيك (الذي أطلق عليه في ما بعد اسم سبوتنيك ١)، وهو أوّل قمر صناعيّ يدور حول الأرض. وجرت أوّل رحلة فضائيّة في مركبة مأهولة في ١٢ نيسان ١٩٦١، عندما قام رائد الفضاء السوفياتي يوري أ. جاجارين بالدوران في مدار الأرض في المركبة الفضائيّة ڤوستوك (التي أُطلق عليها في ما بعد اسم ڤوستوك ١).

سمحت المركبات غير المأهولة التي تُعرف بالمسابير الفضائيّة بزيادة معرفتنا بالفضاء الخارجيّ والكواكب والنجوم. في العام ١٩٥٩، مرّ مسبار سوفياتيّ قرب القمر وبلغ مسبار آخر سطحه. في العام ١٩٦٢، قطع مسبار أميركيّ أمام الزهرة. في العامين ١٩٧٤ و١٩٧٦، أطلقت الولايات المتحدة مسبارين ألمانيين مرّا داخل مدار عُطارد، قريباً من الشمس. ونزل مسباران أميركيّان آخران على سطح المرّيخ في العام ١٩٧٦. إضافة إلى دراسة جميع كواكب النظام الشمسيّ، باستثناء بلوتون (أفلوطن)، تتحقّق المسابير الفضائيّة من المذنّبات والكويكبات.

بدأت أوّل رحلة مأهولة إلى القمر في ٢١ كانون الأوّل ١٩٦٨، عندما أُطلقت الولايات المتحدة المركبة الفضائيّة أبولو ٨. وقد دارت هذه المركبة حول القمر ١٠ مرّات قبل أن تعود سالمة إلى الأرض. في ٢٠ تموز ١٩٦٩، أنزل رائدا الفضاء الأميركيّان نيل أ. أرمسترونج وإدوين إ. ألدرين جونيور مركبتهما القمريّة أبولو ١١ على سطح القمر. وأصبح أرمسترونج أول إنسان يطأ سطح القمر. وقام روّاد الفضاء الأميركيّون بخمس عمليّات هبوط أخرى على القمر قبل انتهاء برنامج أبولو القمريّ في العام ١٩٧٢.

في السبعينات، طوّر روّاد الفضاء الأميركيّون والسوفيات مهارات للعيش في الفضاء على متن المحطتين الفضائيّتين سكايلاب وساليوت. في ١٩٨٧ و١٩٨٨، أمضى رائدا فضاء سوفياتيّان مدّة قياسيّة من ٣٦٦ يوماً متتالياً في مدار الأرض.

في ١٢ نيسان ١٩٨١، انطلق المكّوك الفضائي الأميركي كولومبيا للمرّة الأولى. وكان هذا المكّوك أوّل مركبة فضائيّة قابلة لإعادة الإستعمال وأوّل مركبة فضائيّة قادرة على الهبوط فوق مدرج طائرات عاديّ. في ٢٨ كانون الثاني ١٩٨٦، حصل حادث مأساوي. فقد انفجر المكّوك الفضائيّ الأميركيّ شالنجر في الجوّ، وقُتل جميع أفراد طاقمه المؤلّف من سبعة روّاد فضاء. أُعيد تصميم المكّوك بعد هذه الواقعة واستؤنفت الرحلات في العام ١٩٨٨.

في السنوات الأولى من عصر الفضاء، أصبح النجاح في الفضاء مقياس ريادة بلد ما في مجال العلوم والهندسة والدفاع الوطنيّ. وكانت الولايات المتحدة والإتحاد السوفياتي يتواجهان في منافسة شديدة عُرفت بالحرب الباردة. وقد أدّى ذلك إلى تنافس البلدين على إنشاء وتطوير برامجهما الفضائيّة. طوال الستينات والسبعينات، دفع هذا «السباق الفضائيّ» كلا البلدين للقيام بجهود هائلة في مجال الإستكشاف الفضائيّ. ولكن، غالباً ما ركّزت المنافسة على الدعاية وحسّ الاستعراض على حساب العلم. انتهى «السباق الفضائيّ» في نهاية السبعينات، عندما بدأت الولايات المتحدة والإتحاد السوفياتيّ يسعيان لتحقيق أهداف مستقلّة في الفضاء. وتتميّز البرامج الفضائيّة اليوم بنظم أكثر ثباتاً وبالمزيد من التعاون الدوليّ.

يشكّل التوازن الصحيح بين الاستكشاف بمركبات مأهولة وغير مأهولة، موضوع جدل رئيسياً في إنشاء البرامج الفضائيّة. يحبّذ بعض الخبراء إرسال المسابير غير المأهولة لأنّها قد تكون أبخس وأسلم وأسرع من المركبات المأهولة. ويشير هؤلاء العلماء إلى أنّ المسابير تستطيع القيام برحلات قد تكون خطرة على الإنسان. من جهة أخرى، لا تستطيع المسابير عموماً أن تستجيب لأحداث غير متوقّعة. ويحبّذ اليوم معظم المخطّطين في مجال

المركبة الروسية أوّل مركبة فضائيّة





عندما أُطلق المكّوك الفضائي شالنجر في الرحلة رقم ٢٥ من رحلات الفضاء، حدثت كارثة، إذ انفجر المكّوك بعد ٧٣ ثانية من إطلاقه. وأسفرت الكارثة عن مقتل الروّاد السبعة جميعهم، وهم قائد الرحلة فرنسيس ر. سكوبي والروّاد كريستينا ماك أوليف (مدرّسة) من نيوهامپشاير، وخمسة روّاد هم جريجوري ب. جرفيس، رونالد ماك نير، أليسون أونيزوكا، جوديث إ. رسنيك، ومخايل سميث. وفي الصورة مشهد للنيران المشتعلة.

الإستكشاف الفضائيّ استراتيجيا متوازنة نقرن بين المسابير غير المأهولة والرحلات بمركبات مأهولة. يمكن للمسابير أن تزور مناطق مجهولة من الفضاء، أو تجوب مناطق مألوفة حيث تقع المعطيات التي سوف تُجمع ضمن حدود متوقّعة. ولكن، في بعض الحالات، يجب أن يتبع الناس المسابير ويجب استعمال الابداع والمرونة والشجاعة البشريّة لاستكشاف أسرار الكون.

ما هو الفضاء؟

الفضاء هو شبه الفراغ الذي تتحرّك فيه جميع الأجرام في الكون. وليست الكواكب والنجوم وحتى الحشود من مليارات النجوم التي تُعرف بالمجرّات سوى نقاط صغيرة، مقارنةً بامتداد الفضاء الفسيح.

بداية الفضاء: يلفّ الهواء الأرض ويؤلّف جوّها. ومع ازدياد البعد عن الأرض، يصبح الهواء أكثر رقّة. لا توجد أي حدود واضحة بين الجوّ والفضاء الخارجيّ. لكنّ معظم الخبراء يقول إنّ الفضاء يبدأ بعد ٩٥ كيلومتراً تقريباً فوق الأرض.

وليس الفضاء الخارجيّ فارغاً تماماً في المنطقة التي تعلو الجوّ مباشرة. فهو يحتوي على بعض جُسَيمات الهواء، إضافة إلى الغبار الفضائيّ وأحياناً إلى فلذ معدنيّة أو صخريّة تُعرف بالجُسَيمات النيزكيّة. وتنتشر، بحريّة، عدّة أنواع من الإشعاعات. وقد أُطلقت، إلى هذه المنطقة من الفضاء، آلافُ المركبات الفضائيّة المعروفة بالأقمار الصناعيّة.

ويمتدّ حقل الأرض المغنطيسيّ (الفضاء حول الأرض حيث يمكن مشاهدة مغنطيسيّتها) إلى مسافة كبيرة بعد الغلاف الجويّ. يحتجز الحقل المغنطيسيّ جُسَيمات مشحونة كهربائياً من الفضاء الخارجيّ، مشكِّلاً بذلك مناطق من الإشعاع تُعرف بأحزمة ڤان ألن.

ويُطلق على المنطقة من الفضاء التي يتحكّم فيها حقل الأرض المغنطيسيّ بحركة الجسيمات المشحونة، اسم الغلاف المغنطيسيّ. ويتخذ هذا الغلاف شكل دمعة يمتدّ رأسها بعيداً عن الشمس. بعد هذه المنطقة، يتغلّب غلاف الشمس المغنطيسيّ على غلاف الأرض المغنطيسيّ. لكن، حتّى هذه المسافات الشاسعة ليست بمنأى عن تأثير جاذبيّة الأرض. فعلى مسافة ١,٦ مليون كيلومتر من الأرض، تُبقي هذه الجاذبيّة الأقمار الصناعيّة في مدار الأرض بدلاً من أن تفلت وتطير في الفضاء.

الفضاء بين الكواكب: يُعرف الفضاء بين الكواكب بالفضاء البيكوكبيّ Interplanetary Space. وتسيطر جاذبيّة الشمس، على حركة الكواكب في هذه المنطقة. لهذا السبب، تدور الكواكب حول الشمس.

تفصل عادة مسافات هائلة بين الأجسام المتحرّكة في الفضاء بين الكواكب. فعلى سبيل المثال، إنّ الأرض تدور حول الشمس على مسافة ١٥٠ مليون كيلومتر تقريباً. وتسير الزهرة في مدار على بعد ١١٠ ملايين كيلومتر من الشمس. والزهرة هو الكوكب الأقرب إلى الأرض، إذ يبعد عنها ٤٠ مليون كيلومتر «فقط»، كلّما مرّ بينها وبين الشمس. لكنّ هذه المسافة هي بالرغم من كلّ شيء أكبر بـ ١٠٠ ضعف من بُعد القمر عن الأرض.

الفضاء بين النجوم: يُطلق على الفضاء بين النجوم اسم الفضاء البينجميّ Interstellar Space. وتكون المسافات في هذه المنطقة شاسعة لدرجة أنّ الفلكيّين لا يقيسونها بالكيلومترات ولا بالأميال. بل يقيس العلماء المسافة بين النجوم بوحدات تُسمّى السنوات الضوئيّة. فعلى سبيل المثال، إن أقرب نجم إلى الشمس هو «النجم القريب» من مجرّة الظُلْمان، الذي يقع على بعد ٤,٣ سنوات ضوئيّة. وتساوي السنة الضوئيّة ٩,٤٦ تريليون كيلومتر، وهي المسافة التي يقطعها الضوء في سنة واحدة من الزمن (بسرعة ٢٩٩,٧٩٢ كيلومتراً بالثانية).

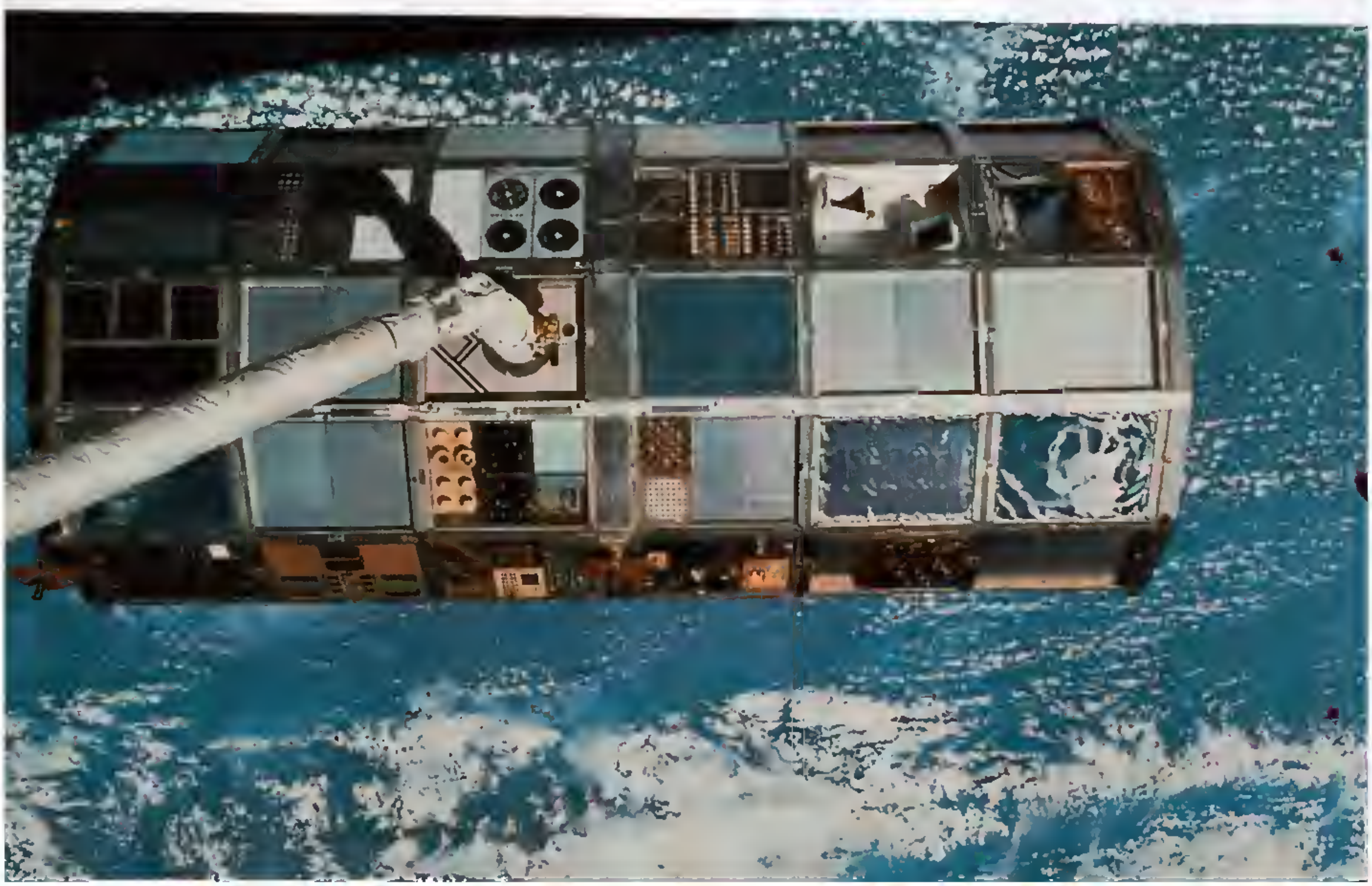
وتطفو بين النجوم غازات مختلفة وغيوم رقيقة من الغبار الشديد البرودة وبعض المذنّبات المفلتة. ويحتوي أيضاً الفضاء البينجمي على الكثير من الأجسام غير المكتشفة بعد.

الوصول إلى الفضاء والرجوع منه

ينطوي استكشاف الفضاء على تحدّيات تقنيّة كبيرة. يجب إطلاق المركبة الفضائيّة بسرعة واتجاه محدّدين. ويجب أن تكون أيضاً المركبة الفضائيّة التي تحمل طاقماً قادرة على الإبطاء والهبوط بسلام.

تحضير المركبة الفضائيّة: يبني الصانعون المركبات الفضائيّة في مصانع خاصة في شروط نظافة صارمة، إذ يمكن لأقلّ تلوّث أن يتسبّب بعيوب قد تؤدّي في ما بعد إلى تعطّل الأجهزة. وتُنقل المركبة، بعد ذلك، إلى موقع الإطلاق بواسطة الشاحنات أو القطار أو الطائرات أو السفن. وفي موقع الإطلاق، تجمع الطواقم المركبة الفضائيّة وتُخضعها للاختبار للتأكّد من سلامة عملها. وعندما تصبح المركبة جاهزة للطيران، ينقلها العمّال إلى منصّة الإطلاق لتزوّد بالوقود.

بواسطة ذراع روبرت الآليّة، أمسك روّاد الفضاء قمراً صناعياً. فتمّ إصلاحه وإعادة إطلاقه



التغلّب على الجاذبيّة: يشكّل التغلّب على الجاذبيّة أكبر مشكلة تواجه الرحلة الفضائيّة. وتعطي الجاذبيّة كلّ شيء على الأرض ثقله، وتجعل الأجسام الساقطة بحريّة تزيد سرعتها في اتّجاهها إلى الأسفل. على سطح الأرض، يبلغ التسارع الناتج عن جاذبيّة الأرض حوالى ١٠ أمتار بالثانية كلّ ثانية.

يساعد صاروخ قويّ يُعرف بمركبة الإقلاع، المركبة الفضائيّة على التغلّب على جاذبيّة الأرض. وتشتمل جميع مركبات الإطلاق على قطعتين صاروخيّتين أو أكثر تُعرف بالطبقات. يجب أن تؤمّن الطبقة الأولى ما يكفي من الدفع (القوّة الدافعة) لمغادرة سطح الأرض. ولتحقيق ذلك، يجب أن يكون دفع المعزّز أكبر من وزنه. تسرّع القوّة الزائدة (أي الدفع ناقص وزن المركبة) المركبة الفضائيّة وترفعها في الجو. ويولّد المعزّز الدفع بحرق الوقود ثمّ طرد الغازات. تعمل محرّكات الصاروخ بمزيج خاصّ يُدعى الوقود الداسر. ويتألّف الوقود الداسر من وقود صلب أو سائل ومؤكسِد، وهي مادّة تؤمّن الأكسجين اللازم لجعل الوقود يحترق في الفضاء الخارجيّ العديم الهواء. وكثيراً ما يُستعمل الأكسجين السائل كمادّة مؤكسِدة.

ويُطلَق اسم السرعة المداريّة على أدنى سرعة لازمة للتغلّب على جاذبيّة الأرض والبقاء في الفضاء. بمعدّل تسارع ثلاثة أضعاف التسارع الناتج عن الجاذبيّة، تصل المركبة إلى السرعة المداريّة بحوالى ٩ دقائق. وعلى ارتفاع ١٩٠ كيلومتراً، تكون السرعة اللازمة للمركبة الفضائيّة، لكي تحافظ على السرعة المداريّة وتبقى بالتالي في المدار، حوالى ٨ كيلومترات بالثانية.

في الكثير من إطلاقات الصواريخ، تنقل شاحنة أو جرّار الصاروخ وحمله الآجر (حمولته) إلى منصّة الإطلاق. وعند منصّة الإطلاق، يُنقل الصاروخ إلى موقعه فوق حفرة اللهب، ويحمّل العمّال الوقود الداسر في الصاروخ بواسطة أنابيب خاصّة.

عند وقت الإطلاق، تشتعل محرّكات الطبقة الأولى من الصاروخ حتى يفوق دفعها المشترك وزن الصاروخ. ويتسبّب الدفع بارتفاع المركبة من منصّة الإطلاق. وإذا كان الصاروخ من الطراز الكثير الطبقات، تسقط الطبقة الأولى بعد ذلك ببضع دقائق، بعد استنفاد وقودها الداسر. عندئذ تبدأ محرّكات الطبقة الثانية بالإشتعال، وبعد بضع دقائق، تنفد هي أيضاً من الوقود الداسر وتسقط الطبقة الثانية بدورها. وإذا لزم الأمر، يُطلق صاروخ صغير في الطبقة العليا حتى يتمّ بلوغ السرعة المداريّة.

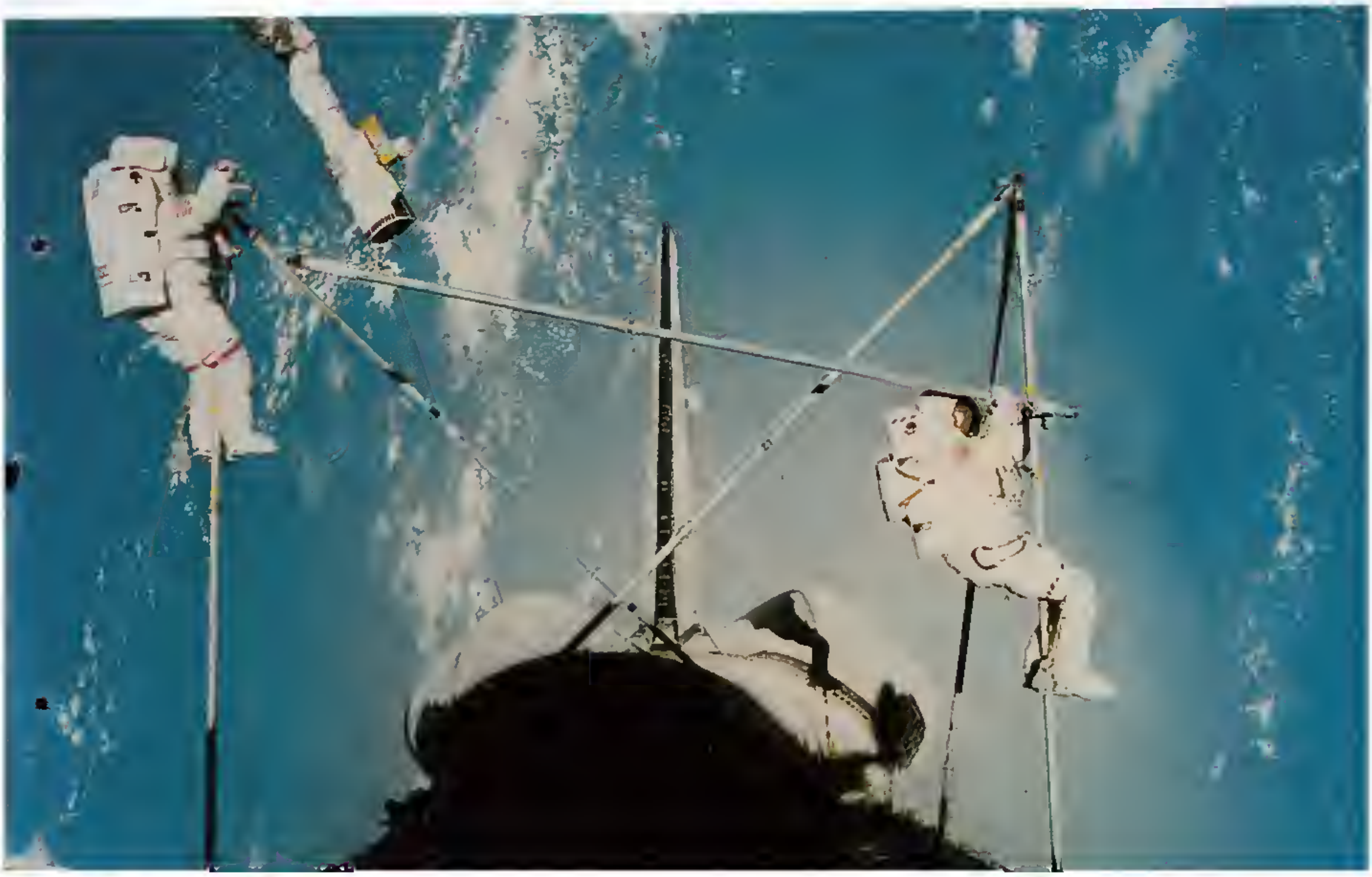
يختلف إطلاق المكّوك الفضائيّ إلى حدّ ما. ويحمل المكّوك معزّزات تعمل بالوقود الداسر الصلب إضافة إلى محرّكاته الصاروخيّة الرئيسيّة، التي تحرق وقوداً داسراً سائلاً. وتوفّر المعزّزات، بالإشتراك مع المحرّكات الرئيسيّة، الدفع اللازم لإطلاق المركبة من منصّة الإطلاق. بعد أقلّ بقليل من دقيقتين على إطلاق المكّوك، تنفصل المعزّزات عن المكّوك وتعود إلى الأرض بواسطة المظلّة. تستمرّ المحرّكات الرئيسيّة بالإشتعال حتى يصل المكّوك تقريباً إلى السرعة المداريّة. وتدفع محرّكات صغيرة المكّوك باقي المسافة للوصول إلى السرعة المداريّة.

للوصول إلى ارتفاع أكبر، يجب أن ينطلق صاروخ آخر في المركبة ليزيد من سرعتها. وعندما تبلغ المركبة الفضائيّة سرعة أكبر بنسبة ٤٠٪ من السرعة المداريّة، تتحقق سرعة الإفلات، وهي السرعة اللازمة للتحرّر من جاذبيّة الأرض.

العودة إلى الأرض: تواجه العودة إلى الأرض مشكلة خفض السرعة المرتفعة للمركبة الفضائيّة. ولتحقيق ذلك، تستعمل المركبة الفضائيّة الدائرة في مدار الأرض صواريخ صغيرة تعيد توجيه خطّ الطيران في وجهة جديدة تقود المركبة لدخول طبقات الجوّ العليا. وتُعرف هذه العمليّة بالإنزال من المدار. وتوجّه أيضاً المركبة الفضائيّة العائدة إلى الأرض من القمر، أو من أي كوكب آخر، خطّ طيرانها بحيث تنزلق إلى طبقات الجوّ العليا. ثمّ توفّر مقاومة الهواء باقي التباطؤ (تخفيف السرعة) اللازم.

في السرعات الهائلة التي تدخل بها المركبة الفضائيّة في الجوّ قادمة من الفضاء، لا يستطيع الهواء الإبتعاد عن طريق المركبة المندفعة بالسرعة اللازمة. فتتكدّس جزيئات الهواء أمام المركبة الفضائيّة وتصبح مضغوطة بشدّة. ويؤدّي هذا الإنضغاط إلى تسخين الهواء إلى درجة حرارة تتجاوز ٥٥٠٠° مئوية، أي أكثر حرارة من سطح الشمس. إنّ هذه الحرارة التي تغلّف المركبة الفضائيّة قادرة على حرق أيّ مركبة غير محميّة في ظرف ثوانٍ. وتسمح الصفائح العازلة المكوّنة من ألياف الكوارتز والملصقة على الهيكل الخارجي لبعض المركبات الفضائيّة بخلق درع حراريّة (أو جوال

المكّوك الفضائي وذراع روبرت



حراريّ) يحمي المركبة من الحرارة الرهيبة. ويمكن أيضاً استعمال التبريد. وقد حملت المركبات الفضائيّة الأولى دروعاً منذريّة تمتصّ الحرارة بالإشتعال، طبقة تلو طبقة، والتبخّر.

ويعتقد الكثير من الناس أنّ غلاف المركبة الفضائيّة يسخن نتيجة احتكاكه بالهواء، لكنّ هذا الإعتقاد غير صحيح عملياً. فالهواء رقيق جداً، وسرعته فوق سطح المركبة أقلّ من أن تتسبب بقدر كاف من الاحتكاك.

بالنسبة للمسابير غير المأهولة، يمكن أن تكون قوى التباطؤ كبيرة جداً وتبلغ ٦٠ إلى ٩٠ ضعف قيمة التسارع الناتج عن الجاذبيّة، وتتراوح مدّة التباطؤ بين ١٠ و٢٠ ثانية تقريباً. أمّا المكّوك الفضائيّ فيستعمل أجنحته للانزلاق فوق الغلاف الجوّي والدخول فيه تدريجياً بحيث تتجاوز مدّة التباطؤ ١٥ دقيقة.

بعدما تفقد المركبة الفضائيّة الكثير من سرعتها، تسقط ذاتياً في الهواء. وتقوم المظلاّت بإبطاء المركبة بشكل أكبر، ويمكن أيضاً إشعال صاروخ صغير في الثواني الأخيرة من الهبوط لتخفيف صدمة النزول على الأرض. ويستعمل بعض المركبات الفضائيّة، ومنها المكّوك الفضائيّ، أجنحتها للإنزلاق إلى مهبّط والهبوط مثل الطائرة. وقد استعملت الكبسولات الفضائيّة الأميركيّة الأولى خاصيّة تهميد الصدمات التي يتمتع بها الماء ونزلت في المحيط.

العيش في الفضاء

عندما يدور الناس حول الأرض أو يسافرون إلى القمر، يجب أن يعيشوا موقّتاً في الفضاء. وتختلف الظروف في الفضاء، إلى حدّ بعيد، عن الظروف السائدة على الأرض. لا يحتوي الفضاء على أي هواء وتصل درجات الحرارة فيه إلى درجات قصوى من الحرّ والبرد. وتطلق الشمس أيضاً إشعاعات خطرة. كما أنّ أنواعاً مختلفة من المواد تشكّل مصدر خطر في الفضاء. فعلى سبيل المثال، تهدّد جسَيْمات الغبار، المعروفة بالجسيمات النيزكيّة المجهريّة، المركبات الفضائيّة باصطدامات مدمّرة بسرعات عالية. يمكن أن تتضرّر المركبة أيضاً من بقايا (أو نفايات) رحلات فضائيّة سابقة.

على الأرض، يعمل الجوّ كدرع طبيعيّة ضدّ الكثير من هذه الأخطار. ولكن في الفضاء، يحتاج روّاد الفضاء والتجهيزات إلى أشكال أخرى من الوقاية. ويجب أن يتحمّلوا أيضاً التأثيرات الجسديّة للسفر الفضائيّ ويحموا أنفسهم من قوى التسارع الكبيرة أثناء الإطلاق والهبوط.

ويجب أيضاً تلبية الحاجات الأساسيّة لروّاد الفضاء في الفضاء الخارجيّ. وتشمل هذه الحاجات التنفّس والأكل والشرب وطرح فضلات الجسم والنوم.

الحماية من أخطار الفضاء

توصّل المهندسون بالتعاون مع الخبراء في الطبّ الفضائيّ إلى إزالة الأخطار المعروفة الناتجة عن العيش في الفضاء أو تخفيفها إلى حدّ بعيد. تتمتّع المركبات الفضائيّة عادة ببدن مزدوج يحميها من الصدمات. فالجُسَيْم الذي يضرب البدن الخارجيّ يتحطّم، ولا يلحق بالتالي أي ضرر بالبدن الداخليّ.

تجري حماية روّاد الفضاء من الإشعاع بعدد من الطرق المختلفة. تبقى الرحلات إلى مدار الأرض في مناطق محميّة طبيعياً، مثل حقل الأرض المغنطيسي. وتحمي المرشّحات الموضوعة على نوافذ المركبة الفضائيّة روّاد الفضاء من الأشعّة فوق البنفسجيّة المبهرة.

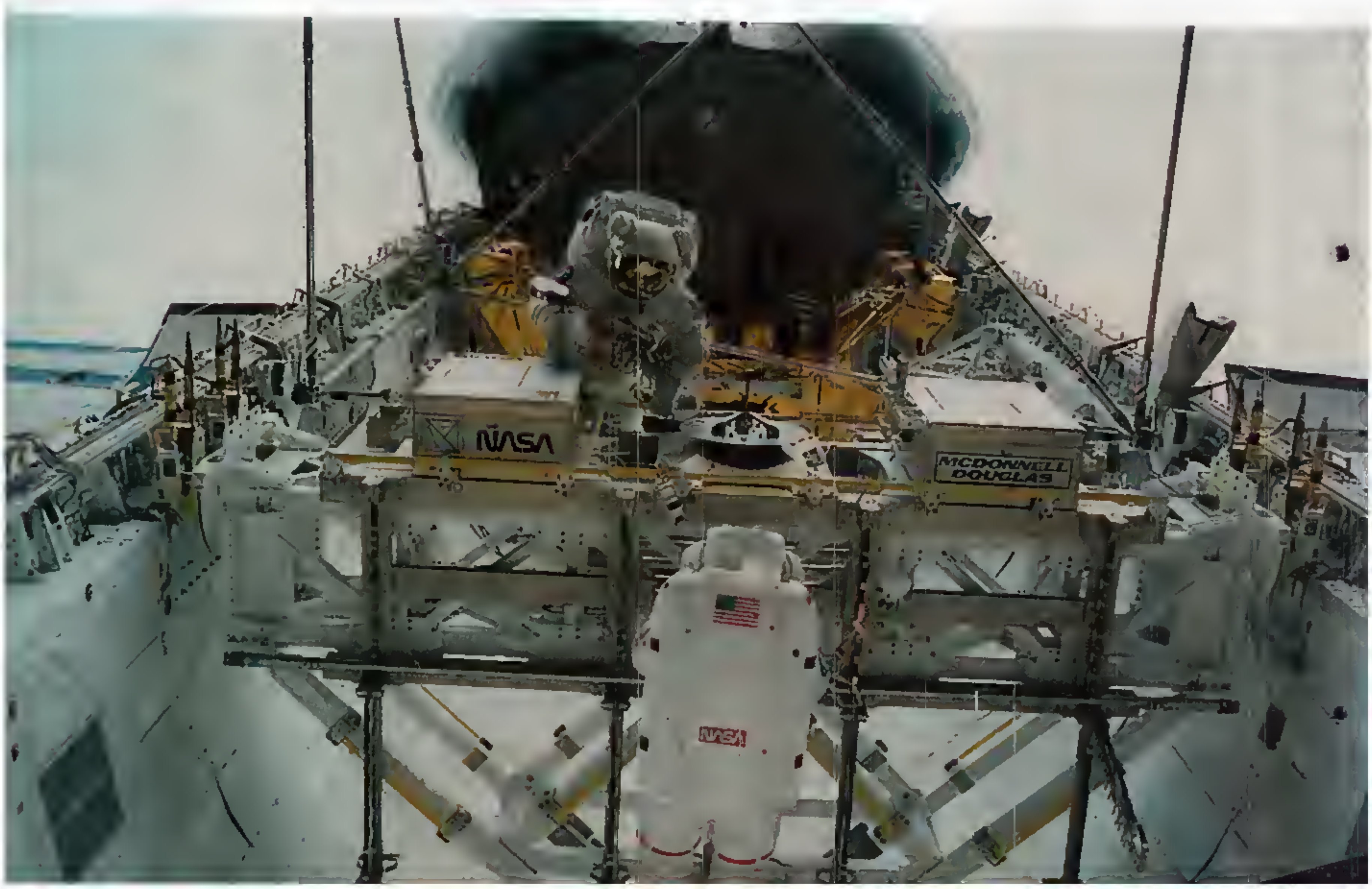
ويجب حماية الطاقم أيضاً من الحرارة الشديدة والآثار الفيزيائيّة الأخرى للإطلاق والهبوط. وتحتاج المركبات الفضائيّة إلى درع حرارية لمقاومة درجات الحرارة المرتفعة، وبنية قويّة لتحمّل قوى التسارع الساحقة. إضافة إلى ذلك، يجب أن يجلس روّاد الفضاء بطريقة تحول دون جذب كتلة الدم في الجسم من الرأس باتجاه الجزء السفليّ من الجسم، الذي يسبّب الدوار أو فقدان الوعي.

على متن المركبة الفضائيّة، ترتفع درجات الحرارة بسبب الحرارة التي تطلقها الأجهزة الكهربائيّة وأجسام أفراد الطاقم. وتنظّم مجموعة من الأجهزة تُعرف بنظام التحكّم الحراريّ درجة الحرارة في المركبة. ويضخّ هذا النظام السوائل المسخّنة بفعل محيط القمرة في مشعّات إطاريّة، تطلق الحرارة الزائدة في الفضاء. ويُعاد ضخّ السوائل المبرّدة في ملفّات (أو وشائع) داخل القمرة.

الجاذبيّة الصغريّة

عندما تصبح المركبة الفضائيّة في مدار الأرض، تختبر مع كلّ ما يوجد بداخلها حالةً تُعرف بالجاذبيّة الصغريّة. فالمركبة وجميع محتوياتها تسقط ذاتياً (بالسقوط الذاتيّ أو الطليق)، ما يؤدّي إلى الطفو في حالة انعدام وزن ظاهريّة على متن المركبة الفضائيّة. لهذا السبب، تُعرف الجاذبيّة

مشهد للآلات المعقّدة داخل المكّوك الفضائيّ



الصغريّة بالجاذبية صفر. إلّا أن كلا التعبيرين غير دقيقين. إنّ الجاذبية في المدار أقلّ بشيء لا يُذكر من الجاذبية على الأرض. وتسقط المركبة الفضائية ومحتوياتها بشكل متواصل باتجاه الأرض. ولكن، نظراً للسرعة الهائلة التي تتقدّم بها المركبة، ينعطف سطح الأرض مبتعداً مع سقوط المركبة باتجاهه. ويبدو أنّ السقوط المستديم يلغي وزن كلّ شيء داخل المركبة الفضائية. ولهذا السبب، يُطلَق أحياناً على هذه الحالة اسم انعدام الوزن.

للجاذبية الصغريّة تأثيرات كبيرة على الطاقم وعلى التجهيزات. فعلى سبيل المثال، إنّ الوقود لا يخرج من المستوعبات في حالة انعدام الوزن، لذا فمن الضروريّ طرده إلى الخارج بواسطة غاز موضوع تحت ضغط مرتفع. لا يرتفع الهواء الساخن في حالة انعدام الوزن، لذا فإن جريان الهواء يجب أن يُحثّ بواسطة مراوح. وتطفو جسيمات الغبار وقطيرات الماء في أنحاء القمرة، ولا تستقرّ إلّا في مرشّحات على المراوح.

يستجيب جسم الإنسان للجاذبية الصغريّة بطرق كثيرة. في الأيّام الأولى من الرحلة الفضائية، يعاني حوالى نصف المسافرين في الفضاء من غثيان مستمر يترافق أحياناً بالتقيّؤ. ويعتقد معظم الخبراء أن «داء الفضاء»، الذي يُطلق عليه اسم «متلازمة التلاؤم على الفضاء»، هو ردّ فعل طبيعي لجسم الإنسان على حالة انعدام الوزن. ويمكن أن تخفف الأدوية التي تُعطى عادة لمنع داء الحركة، أعراض «متلازمة التلاؤم على الفضاء»، وتزول الحالة عادة بعد بضعة أيام.

وتتسبب أيضاً الجاذبية الصغريّة بتشويش الجهاز الدهليزي عند رائد الفضاء – أي أعضاء التوازن في الأذن الداخلية – إذ أنها تحول دون إحساسه بالإختلافات في الإتجاه. بعد بضعة أيّام في الفضاء، يتجاهل الجهاز الدهليزيّ جميع الإشارات التوجيهيّة. وبعد عودة رائد الفضاء بفترة وجيزة إلى الأرض، تستأنف أعضاء التوازن عملها الطبيعيّ.

على مدى أيّام أو أسابيع، يتعرّض جسم رائد الفضاء لخفض التكيّف. في هذه العمليّة، تضعف العضلات بسبب عدم استعمالها ويُصاب القلب والأوعية الدموية بـ«الكسل». وتساعد التمارين البدنيّة القاسية على الحؤول دون خفض التكيّف. يستعمل روّاد الفضاء درّاجات التمرين وطواحين الدّوس ويقومون بأنواع أخرى من الأنشطة الجسديّة.

بعد قضاء عدّة أشهر في الفضاء، تتسبّب عمليّة تُعرف بإزالة التمعدن بإضعاف العظام. ويعتقد معظم الأطبّاء أنّ زوال التمعدن ناتج عن انعدام الضغط على العظام في البيئة العديمة الوزن. وقد أظهرت تجارب روّاد الفضاء السوفيات الذين أمضوا فترات طويلة من الزمن في مدار الأرض أنّ التمرين الجسديّ القويّ واعتماد نظام غذائيّ خاصّ يمكن أن يخفّضا زوال التمعدن إلى أقصى حدّ ممكن.

تلبية الحاجات الأساسية في الفضاء

تحتوي المركبات الفضائيّة المأهولة على أنظمة داعمة للحياة مصمّمة لتلبية جميع الاحتياجات الجسديّة لأفراد الطاقم. إضافة إلى ذلك، يستطيع روّاد الفضاء حمل أنظمة داعمة للحياة منقولة في حقائب ظهر عندما يعملون خارج المركبة الرئيسيّة.

التنفّس: يجب أن تحتوي المركبة الفضائيّة المأهولة على مصدر للأكسجين لكي يتمكّن الطاقم من التنفّس، وعلى وسيلة للتخلّص من ثاني أكسيد الكربون الذي يزفره الطاقم. وتستعمل المركبات الفضائيّة المأهولة مزيجاً من الأكسجين والنتروجين (الأزوت)، شبيهاً بجوّ الأرض عند مستوى سطح البحر. وتحرّك المراوح الهواء عبر القمرة وفوق مستوعبات مملوءة بكريّات صغيرة من مادّة كيميائيّة تُدعى هيدروكسيد الليثيوم. وتمتصّ هذه الكريّات ثاني أكسيد الكربون من الهواء. ويمكن أن يتّحد أيضاً ثاني أكسيد الكربون بموادّ كيميائيّة أخرى للتخلّص منه. وتساعد المرشّحات الفحميّة على إزالة الروائح.

الأكل والشرب: يجب أن يكون الأكل على متن المركبة الفضائيّة مغذّياً وسهل التحضير والخزن. في الرحلات الأولى، أكل روّاد الفضاء أطعمة مجفّفة بحالة متجمّدة. وكان روّاد الفضاء يمزجون هذا الطعام بالماء ليتمكّنوا من أكله، ويضيفون الماء بواسطة شاروقة. وكان الطعام يُخزّن في أنابيب بلاستيكيّة.

مع مرور السنين، أصبح الطعام المقدّم لروّاد الفضاء أكثر إثارة للشهيّة. ويستمتع روّاد الفضاء اليوم بوجبات جاهزة للأكل شبيهة جدّاً بما نجده على الأرض. ويحتوي الكثير من المركبات الفضائيّة على تجهيزات لتسخين الطعام المجلّد والمبرّد.

مشهد لمكّوك فضائيّ وذراع روبرت





التقنيّة في الفضاء

مركبة فضائية في الفضاء الخارجيّ



وتشكّل مياه الشفة متطلّباً هاماً للرحلة الفضائيّة. على متن المكّوك الفضائيّ، تجد أجهزة تُعرف بخلايا الوقود تنتج ماء نقياً مع توليدها الكهرباء اللازمة للمركبة الفضائيّة. في الرحلات الطويلة، يجب تدوير الماء وإعادة استعماله أكبر عدد ممكن من المرّات. وتزيل مجفّفات الهواء الرطوبة من الهواء الذي يجري زفره، ويُعاد استعمال هذا الماء عادة للاغتسال.

التخلّص من فضلات الجسم: يشكّل جمع فضلات الجسم والتخلّص منها في حالة انعدام الوزن، تحدّياً كبيراً في الرحلات الفضائيّة. ويستعمل روّاد الفضاء لهذا الغرض جهازاً شبيهاً بكرسيّ المرحاض. يخلق مجرى هوائيّ حركة امتصاص تنقل الفضلات إلى مستوعب للجمع تحت الكرسيّ. وفي المركبات الفضائيّة الصغيرة، يستعمل أفراد الطاقم أقماعاً للبول وأكياساً بلاستيكيّة للغائط (الفضلات الصلبة). وعندما يعمل روّاد الفضاء خارج المركبة، يحملون في بزّاتهم تجهيزات خاصة لاستيعاب فضلات الجسم.

الاستحمام: إن أبسط طريقة للإستحمام على متن المركبة الفضائيّة هي مسح الجسم بمناشف مبلولة. وكان روّاد الفضاء في المحطّات الفضائيّة الأولى يستعملون حُجَيرة دشّ بلاستيكيّة قابلة للطيّ ومغلّقة من جميع الجهات. وقد سمح ذلك لروّاد الفضاء برشّ جسمهم بالماء، ثمّ يُخوّون (يفرّغون) الحجيرة ويجفّفون أنفسهم بالمنشفة. وتحتوي المحطّات الفضائيّة الحديثة على حُجيرات دائمة.

النوم: يمكن أن ينام روّاد الفضاء في أكياس نوم خاصة مزوّدة بأربطة أو أحزمة تبقيهم على السطح الطريّ وعلى المخدّة. لكنّ معظم روّاد الفضاء يفضّلون النوم طافين في الهواء، مع استعمال بعض الأربطة للحؤول دون ارتدادهم في أنحاء القمرة. ويمكنهم أن يستعملوا عصابة للعينين لحجب ضوء الشمس الذي يتدفّق دورياً من النوافذ أثناء الدوران حول الأرض. وتكون عادة مدّة النوم في الفضاء مساوية تقريباً لمدّة النوم على الأرض.

الترفيه: الترفيه مهم جداً بالنسبة لصحّة روّاد الفضاء الذهنيّة في الرحلات الفضائيّة الطويلة. ويحبّ روّاد الفضاء صرف الوقت في النظر إلى المشاهد من نافذة المركبة الفضائيّة. وتحتوي المحطّات الفضائيّة على مجموعات صغيرة من الكتب والأشرطة وألعاب الكومبيوتر. كما يقوم روّاد الفضاء بالكثير من التمارين البدنيّة القاسية.

برنامج روّاد الفضاء للهبوط واستكشاف سطح المرّيخ

قد يكون للرحلات الفضائيّة إلى المرّيخ الكثير من الأهداف العلميّة. فعلى سبيل المثال، إنّ دراسة مناخ المرّيخ قد تساعد العلماء على التنبّؤ بالتغيّرات المناخيّة على الأرض. ويستطيع روّاد الفضاء في ما بعد حفر تربة المرّيخ والقلنسوتين القطبيّتين لأخذ عيّنات عميقة تساعد العلماء في بحثهم. ولا بدّ أن تزوّدنا جيولوجيا المرّيخ بالمعلومات حول تاريخ النظام الشمسيّ. ولا شكّ في أنّ الرحلات إلى المرّيخ سوف تبحث أيضاً عن الحياة، أو عن آثار مستحفرة لأشكال حياة منقرضة.

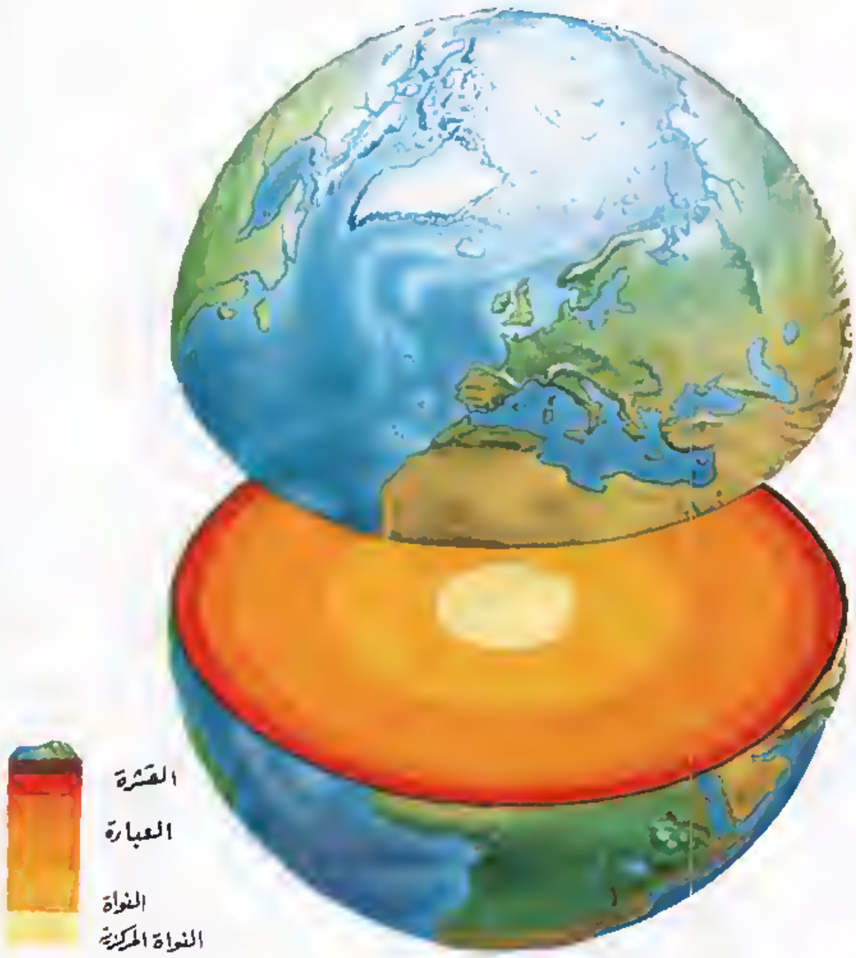
وسوف يتمّ الإقلاع عن سطح المرّيخ بطريقة مشابهة جداً لانطلاق المركبة الفضائيّة من سطح القمر. ولا بدّ أن تلتحم المركبة التي تهبط على المرّيخ بالمركبة الرئيسيّة في الفضاء للعودة إلى الأرض. وبعد الرحلات الأولى إلى المرّيخ، سوف تُنشأ على الأرجح قواعد دائمة على المرّيخ وعلى فوبوس.

يشبه مناخ الأرض مناخ المرّيخ أكثر من أي كوكب آخر. فإذا كان للمرّيخ المزيد من الهواء وكان أقلّ برودة لأصبح شبيهاً جداً بالأرض. وقد يتمكّن المهندسون في القرون المقبلة من رفع درجات الحرارة على سطح المرّيخ، باستعمال مرايا شمسيّة هائلة. وقد يتمكنون أيضاً من جلب موادّ من حزام الكويكبات لتكثيف الهواء. وهكذا، قد يتغيّر مناخ المرّيخ بحيث يتمكّن الانسان من العيش على الكوكب من دون أي أجهزة داعمة للحياة. وتُعرف هذه العمليّة بـ«تشكيل الأرض».

ويتخيّل بعض أصحاب الرؤى زمناً حيث يعيش ويعمل عدد كبير من البشر في الفضاء. كما يتصوّرون أشخاصاً يولَدون ويعيشون ويموتون دون أن تطأ أرجلهم الأرض. ويعتقد هؤلاء أن المستعمرات الفضائيّة في المدار أو على الكواكب المعدّلة قد تؤمّن السكن لملايين الناس. وفي وقت ما من المستقبل البعيد، قد يصبح عدد البشر الذين يعيشون في الفضاء أكبر من عدد الذين يعيشون على سطح الأرض.

رائدة الفضاء كاترين ثورنتون تعمل بالمعدّات في المكّوك الفضائيّ





العصور الجيولوجيّة وجيومورفولوجيّة الأرض

ينقسم تاريخ الأرض المعروف إلى ثلاث فترات طويلة جدّاً من الزمن تُعرف بالآباد أو الدهور، وهي من أقدمها إلى أحدثها: السحيق Archean والفجريّ Proterozoic والحياة الظاهرة Phanerozoic. ويُجمع الدهران الأوّلان، اللذان داما معاً نحو ٤ مليارات سنة، في وحدة تُعرف بالقبكمبريّ. أمّا دهر الحياة الظاهرة، الذي أصبحت الحياة فيه وافرة، فيُقسم إلى ثلاثة دهور، هي من أقدمها الى أحدثها: القديم والوسيط والحديث. وتُقسم هذه الدهور إلى عصور، وتُقسم العصور بدورها الى أحيان. وتُسمّى هذه الأقسام والقُسَيْمات استناداً الى المراحل المختلفة في تطوّر الحياة، كما تبيّنها الأحافير. ولهذا السبب، فإنّ الدهور والعصور والأحيان غير متساوية في الطول.

الدهر

في الجيولوجيا، الدهر هو أطول التقسيمات الزمنيّة الرئيسيّة، ويُقسّم بدوره إلى عصور وأحيان. وقد بدأ الدهر الحاليّ، أو الدهر الحديث، وهو أقصر الدهور على الإطلاق، منذ حوالى ٦٥ مليون سنة.

العصر

في الجيولوجيا، العصر هو الوحدة الأساسيّة لجدول الأزمنة الجيولوجيّة؛ وخلال هذه الفترات الزمنيّة، تكوّنت أنظمة صخريّة محدّدة.

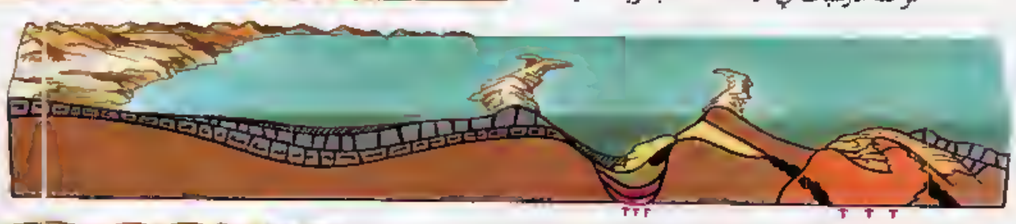
الحين

وحدة من الزمن الجيولوجيّ تترسّب خلالها مجموعة من الصخور، وهي قُسَيْم من العصر الجيولوجيّ.

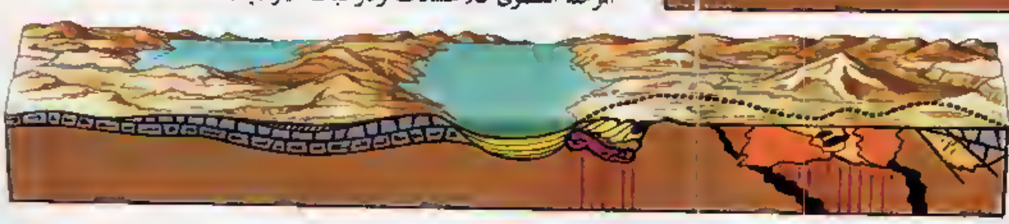




مرحلة الترسّبات في الانخسافات البحرية العميقة.



المرحلة القصوى للانخسافات والتراكبات الأرضية.



مرحلة طفو المنطقة الداخلية.



المرحلة النهائية ترافقها فترة تكسّرات والتواءات.

القبكمبريّ (Precambrian)

القبكمبريّ فترة من الزمن شهدت بداية التاريخ الجيولوجيّ وبداية تكوين الصخور. بدأ القبكمبريّ حوالى أربعة مليارات سنة قبل الزمن الحالي، وانتهى منذ حوالى ٥٧٠ مليون سنة. ويعود تكوّن أقدم الصخور المعروفة على الأرض إلى ٤,٠٣ مليارات سنة خلت. وقد وُجدت الصخور القبكمبريّة في كندا واسكنديناقيا وأفريقيا والبرازيل وغرب أستراليا وشرق قارّة القطب الجنوبيّ.

ومع أنّ عمر الأرض قد تحدّد بـ ٤,٦ مليارات سنة، فإنّه لم يُعثر بعد في السجلّ الصخريّ على أيّ دليل على الـ ٦٠٠ مليون سنة الأولى من تاريخ الأرض. ويبقى السجلّ الجيولوجيّ القبكمبريّ، الموجود في الصخور المتبقية، سجلاً متفرّقاً متناثراً. ويستعمل علماء الأرض السجلّ الصخريّ المتبقّي لوضع الفرضيّات والنظريّات حول أصل الكون.

خلال القبكمبريّ، بدأت القارّات بالتشكّل والامتداد بفعل آليّة شبيهة بما يُعرف اليوم بتكتونيّة الصفائح. وخلال هذه الفترة أيضاً، بدأت المحيطات والجوّ بالتكوّن من الغازات المنفلتة من داخل الأرض نصف السائل والشديد الحرارة. وقد تكون الحياة بدأت على شكل جراثيم بدائيّة منذ ما يرقى إلى أربعة مليارات سنة، في الينابيع الحارّة على قاع البحر.

وينقسم القبكمبريّ إلى أبدين أو دهرين: السحيق، وبدأ منذ حوالى أربعة مليارات سنة؛ والفجريّ، وبدأ منذ حوالى مليارين ونصف مليار سنة واستمرّ حتى بداية العصر الكمبريّ منذ حوالى ٥٧٠ مليون سنة.

المنطقة السحيقة (The Archean Region)

حُفظت صخور الدهر السحيق، وهي أقدم الصخور المعروفة على الأرض، على شكل كتل من القشرة القارّيّة القديمة منطمرة في قشرةٍ أحدث تكويناً تشكّلت في الدهر السحيق المتأخّر. وأقدم الصخور المعروفة هي نايس أكاستا (جرانيت مشوّه) في منطقة يلونايف في شمال غرب كندا، وقد تمّ تحديد تاريخ تكوينها بـ ٤,٠٣ مليارات سنة خلت، بطريقة النظائر التي تستعمل نظائر من الأورانيوم والرصاص. وتقيس هذه التقنية الكمّيات النسبيّة من النظير المشعّ ومنتوج تضاؤله لتحديد زمن تشكّل الصخر. والنايس صخر متحوّل، أي إنّه قد تعرّض للتشويه والتبلّر من جديد بفعل الحرارة والضغط. ونجد صخوراً قبكمبريّة أخرى، أحدث تكويناً من نايس أكاستا، في جميع القارّات على شكل قطع منعزلة من القشرة القارّيّة القديمة.

الصخور والتراكمات المعدنيّة

تشمل الصخور الرئيسيّة المكوّنة في الدهر السحيق الحجر الأخضر والجرانيت والكوماتييت والكثير من الصخور الرسوبيّة (المتشكّلة من ترسّبات الصخور المتآكلة والبقايا العضويّة). إنّ الحجر الأخضر (يكون عموماً بلون أخضر ضارب إلى الرماديّ) حجر بازلتيّ (صخر بركانيّ تجمّد من الحمم المصهورة) تكوّن تحت سطح البحر وتحوّل في وقت لاحق. أمّا الكوماتييت فهي حمم تحتوي على نسبة مرتفعة من المغنسيوم، وتحتاج إلى درجات حرارة مرتفعة جدّاً لكي تتكوّن. ويشير وجود الكوماتييت إلى أنّه في الزمن الذي تكوّن فيه هذا النوع من الصخور، كانت الأرض أسخن بكثير ممّا هي عليه اليوم. والجرانيت هو صخر بركانيّ دخل في الصخر الأخضر وصدّعه. وتشير الصخور الرسوبيّة، أخيراً، إلى حدوث عمليّات تآكل وتجوية.

وتشمل التراكمات المعدنيّة (الخامات) ذات الجدوى الإقتصاديّة المتشكّلة في الدهر السحيق، النحاس والزنك والنيكل، التي تتواجد جميعها في الحجر الأخضر، والذهب، الذي يتواجد في الجرانيت والصخور الرسوبيّة. إنّ أكثر من نصف الذهب الذي استُخرج من الأرض يأتي من رسابات ويتووترز راند، في جنوب أفريقيا، التي يبلغ عمرها ٢,٩ مليار سنة.

أصل القارّات

يستخدم علماء الأرض نظريّة تكتونيّة الصفائح والأدلّة التي توفّرها صخور الدهر السحيق، لوضع فرضيّة حول كيفيّة تكوّن القارّات. وتشير صخور الكوماتييت المكوّنة في الدهر السحيق إلى أنّ غلاف الأرض (الطبقة الواقعة بين قشرة الأرض ونواتها) كان أسخن بكثير ممّا هو اليوم. يشكّل الحمل الحراريّ الذي يحدث في الغلاف (الحركة الناتجة عن ارتفاع الأجزاء الأكثر حرارة وغوص الأجزاء الأكثر برودة) القوّة المحرّكة للصفائح؛ وبما أنّ الحرارة كانت أكثر ارتفاعاً في الدهر السحيق، فهذا يعني أنّ الحمل الحراريّ في ذلك الزمن كان أكثر نشاطاً. كبرت القارّات في الدهر السحيق على الأرجح بالطريقة نفسها التي تكبر بها اليوم، ولكن بسرعة أكبر. وتكبر القارّات عند حافّاتها عندما تُكشط أجزاء من قشرة المحيط بفعل انزلاق الصفيحة المحيطيّة تحت القارّة، أو عندما تتصادم قارّتان وتلتصقان الواحدة بالأخرى.

نظراً إلى أنّ أجزاء صغيرة فقط من القشرة القارّيّة المتكوّنة في الدهر السحيق قد حُفظت إلى اليوم، يفترض العلماء أنّ القارّات الأولى كانت أصغر ممّا هي اليوم، وغاصت على الأرجح من جديد في الغلاف نتيجة للإنغراز (عندما تنزل صفيحة أو تغوص تحت صفيحة أخرى عندما تتصادم الصفيحتان). وتتميّز القارّات الحاليّة بخفّتها وقابليّتها للطفو، ما يجعلها غير ميّالة للغوص. ومن النتائج الهامّة لتكتونيّة الصفائح المبكرة

يرتفع جبل من الصخر القبكمبريّ في ميناء ريو دي جانيرو في البرازيل.
ويتألّف هذا الجبل المعروف بجبل پاو دي أسوكار (شوجر لوف) من حجر الجرانيت بشكل رئيسيّ. وفي الصورة مشهد لهذا الجبل.





يؤلّف الحجر الرمليّ المتشكّل في الدهر القديم جزءاً من التكوينات الصخرية في مونيومنت ڤالي في ولايتيْ يوتا وأريزونا الأميركيتين. وقد أدّت عوامل الحتّ والتجوية إلى تفتت وزوال الصخور التي أحاطت بهذه التكوينات، كما نشاهد في الصورة.

والسريعة نسبياً، أنّ الحرارة كانت تتبدّد من باطن الأرض بسرعة أكبر من اليوم.

المحيطات والجوّ

تكوّنت المحيطات والجوّ، على الأرجح، بعملية تُعرف بالتفريغ البركانيّ الإضافيّ، وهي إطلاق كميّات هائلة من الغازات أثناء الثوران البركانيّ. ويُعتقد أنّ هذه الغازات، التي أبقتها الجاذبية فوق الأرض، قد شكّلت الجوّ الأوّليّ. ويعتقد العلماء أنّ ثاني أكسيد الكربون وبخار الماء كانا من أهمّ مكوّنات هذا الجوّ الأوّليّ. ونظراً إلى أنّ ثاني أكسيد الكربون يمتصّ الحرارة، ما يحول دون إطلاق قسم كبير منها في الفضاء، فإنّ جوّ الدهر السحيق كان على الأرجح أسخن من الجوّ الحاليّ. ومع ابتراد الأرض، تكثّف بخار الماء وسقط على سطح الأرض وشكّل المحيطات الأولى.

منشأ الحياة

يُعتقد أنّ الحياة قد ظهرت في المحيطات منذ حوالى أربعة مليارات سنة، وعلى الأرجح نتيجة تفاعلات كيميائيّة بين جزيئات مثل الماء وثاني أكسيد الكربون والميثان. إنّ أوّل أشكال الحياة التي حُفظت نماذج مستحفرة منها هي كائنات وحيدة الخليّة من الخلايا البدائيّة النواة. لم تحتوِ هذه الخلايا على نواة حقيقيّة، وتوالدت عن طريق الإنقسام الخلويّ. وتتحدّر الجراثيم والجراثيم الزرقاء الحاليّة بشكل مباشر من تلك الأحياء الوحيدة الخليّة في الدهر السحيق.

ويعتقد الباحثون أنّ الجراثيم الأولى حصلت على الطعام (الطاقة)، إمّا بأكل جزيئات عضويّة أو بالتركيب الكيميائيّ، وهو تفاعل كيميائيّ يشمل موادّ كيميائيّة مثل كبريتيد الهيدروجين. ولم تظهر خلايا قادرة على إنتاج طعامها الخاصّ بالتركيب الضوئيّ إلّا منذ حوالى ٣.٦ مليارات سنة. تشكّل الجراثيم السدويّة أقدم دليل على الكائنات التي تمارس التركيب الضوئيّ، وهي بنى رسوبيّة طبقيّة على شكل قبّة مكوّنة من حصيرات من الجراثيم الزرقاء الخيطيّة (وحيدة الخلايا) وترسّبات دقيقة محتجزة.

الدهر الفجريّ (The Proterozoic Eon)

خلال الدهر الفجريّ، انخفضت سرعة ابتراد الأرض، وبدأت ميكانيكا تكتونيّة الصفائح بالتباطؤ والعمل على نحو مشابه تقريباً لما نشاهده اليوم. تكوّنت سلاسل جبليّة كبيرة عندما تصادمت القارّات في ما بينها. ويبيّن السجلّ الجيولوجيّ أنّ طبقات سميكة متتالية من الحجر الرمليّ الغنيّ بالكوارتز والطَفَل الصفَحيّ والحجر الكلسيّ قد ترسّبت لأوّل مرّة على نطاق واسع فوق القارّات. ويفترض الباحثون أيضاً أنّ القارّات تكسّرت وتشكّلت من جديد عدّة مرّات، خلال الدهر الفجريّ.

الصخور والتراكمات المعدنيّة

يشكّل الصخر الأحمر والرماديّ المعروف بالتكوين الحديديّ المخطّط تراكماً معدنيّاً مهمّاً جدّاً من الدهر الفجريّ الباكر. وتتشكّل الخطوط في هذا الصخر من طبقات متناوبة: تتكوّن الخطوط الرماديّة من شَرْت (صوّان غير نقيّ) يحتوي على الأحافير؛ وتتكوّن الخطوط الحمراء من الهيماتيت (أكسيد الحديد). وتبيّن هذه الصخور أنّها تكوّنت في جوّ خالٍ من الأكسجين. ويفترض الباحثون أنّ الحديد الذّؤوب الناتج عن تجوية الصخور قد انتقل عبر القارّات، وترسّب في البحار الضحلة حيث تفاعل مع الأكسجين وشكّل الهيماتيت (حديد غير ذؤوب) واستقرّ على قاع المحيط.

وتشمل الخامات ذات الجدوى الإقتصاديّة المكوّنة في الدهر الفجريّ، الكروم الموجود في مجمّع بوشْڤلد (منطقة كبيرة جدّاً من الصخر البركانيّ الفجريّ) في جنوب أفريقيا؛ والأورانيوم والذهب والرصاص من تراكمات في قوس جزيريّ قديم (سلاسل من الجزر)، موجودة في مناطق الإنغراز.

الأكسجين في الجوّ

بدأت التكوينات الحديديّة المخطّطة بالاختفاء من السجلّ الجيولوجيّ حوالى ١.٧ مليار سنة خلت، وبدأت طبقات حمراء اللون بالظهور مكانها. وهذه الطبقات الحمراء هي صخور رسوبيّة مكوّنة من رمل محتوٍ على الحديد ووحل ناتج عن انحتات الصخور على اليابسة. ويتّخذ الصخر هذا اللون الأحمر لأنّه يحتوي على حديد مؤكسد (صدىء). إنّ وجود هذا الصخر على اليابسة يعني أنّ الصخر الذي تعرّض للحتّ كان في جوّ يحتوي على أكسجين حرّ. ويعتقد العلماء أنّ هذا الأكسجين ناتج عن التركيب الضوئيّ الذي أجرته الأحياء المجهريّة البحريّة المتزايدة العدد. وقد وجد الباحثون أيضاً أتربة مستحفرة تحتوي على حديد مؤكسد في طبقاتها العليا، ما يشكّل دليلاً آخر على وجود كميّة أكبر من الأكسجين في الجوّ.

ترافق تزايد نسبة الأكسجين في الجوّ بتراجع نسبة ثاني أكسيد الكربون مع ازدياد التركيب الضوئيّ. ويظهر ذلك في السجلّ الجيولوجيّ بوجود الحجر الكلسيّ المؤلّف من كربونات الكلسيوم، وهو أحد المنتجات الثانويّة للتركيب الضوئيّ. واستناداً إلى الأدلّة التي وُجدت في بعض الصخور القبكمبريّة، فمن شبه المؤكّد أنّ عدّة فترات من الغمر الجليديّ الواسع النطاق حدثت على القارات، ما يشير إلى أنّ الجوّ برد تدريجيّاً في الدهر الفجريّ.

أشكال الحياة في الدهر الفجريّ

ظهرت الخلايا الحقيقيّة النواة للمرّة الأولى في الدهر الفجريّ. وتشكّل الخلايا الحقيقيّة النواة تقدّماً بالنسبة للخلايا البدائيّة النواة، إذ أنّها تحتوي على نواة مغلّفة بغشاء نوويّ. كما أنّها تحتوي على عُضَيّات؛ وهي أعضاء متخصّصة في وظائف مثل التنفّس والتركيب الضوئيّ وخزن الغذاء. إلّا أنّ أهمّ مميّزات هذه الخلايا هي أنّها قادرة على التوالد جنسيّاً، ما يعني أنّها كانت قادرة على تحقيق التنوّع الجينيّ والتلاؤم والبقاء على قيد الحياة برغم التغيّرات البيئيّة. وتُجد الخلايا الحقيقيّة النواة في شكل طحالب وجراثيم متطوّرة منذ حوالى ملياري سنة، منذ ١.٧

مليار سنة، كانت الخلايا الحقيقية النواة واسعة الإنتشار، كما تؤكّده الأحافير المجهرية في الصخور الشَّرْتيّة[1] المكونة في الدهر الفجريّ. وفي الدهر الفجريّ الوسيط، أصبحت الجراثيم السّدَوِيّة، المتشكّلة من الجراثيم الزرقاء والرسابات الدقيقة، منتشرة بأعداد أكبر من أيّ وقت آخر. وحوالى مليار سنة قبل الزمن الحاضر، كانت الجراثيم الزرقاء ومجموعة كبيرة ومنوّعة من الحيوانات الأوالي (حيوانات وحيدة الخليّة) هي الكائنات الحيّة المسيطرة على سطح الأرض.

بين مليار و٨٠٠ مليون سنة خلت، أصبحت مستويات الأكسجين في المحيطات والجوّ مرتفعة بشكل كافٍ لكي تتطوّر الكائنات الكثيرة الخلايا. ولم تُحفظ تلك الكائنات بشكل جيد كأحافير، نظراً لطراوة أجسامها؛ ولم يبقَ لنا منها سوى قوالب وأشكال في الصخر. إنّ أوّل الأحافير الفجريّة لكائنات كثيرة الخلايا اكتشفها العلماء هي الحيوانات الإدياكاريّة، التي وُجدت في الأصل في رسابات بحريّة (متشكّلة في المياه الضحلة) في تلال إدياكارا في جنوب أستراليا. ومنذ ذلك الإكتشاف، وُجدت هذه الأحافير في جميع القارّات، ما يشير إلى أنّها كانت واسعة الإنتشار في الدهر الفجريّ.

العصر الكَمْبريّ (Cambrian Period)

العصر الكمبريّ هو القسم الأوّل من الدهر القديم في جدول الأزمنة الجيولوجيّة، ويمتدّ على فترة ٧٠ مليون سنة تقريباً، بين ٥٧٠ مليون و٥٠٠ مليون سنة خلت. وقد أطلق الجيولوجيّ الإنجليزيّ آدم سدْجويك هذا الإسم في سنة ١٨٣٥ على صخور رسوبيّة في ويلز، التي عرفها الرومان باسم كَمْبريا.

في بداية الدهر القديم، سمح التزايد المطّرد للأكسجين في الجوّ والمحيطات، بظهور أشكال جديدة من الحياة في الوسط البحريّ، وهي كائنات قادرة على استمداد الطاقة من التنفّس. وبرغم أنّ الحياة لم تكن قد غزت اليابسة أو الجوّ بعد، فقد زخرت بحار العصر الكمبريّ بمجموعة كبيرة ومنوّعة من اللافقاريّات البحريّة، تشمل الإسفنج والديدان والحيوانات الطحلبيّة والأبابيّات وعضديّات الأرجل والرخويّات (ومنها بطنيّات الأرجل وأنواع سلفيّة لحيوان النوتي) ورأسيّات الأرجل البدائيّة، مثل ثلاثيّات الفصوص، وبضعة أنواع من قنفذيّات الجلد السافيّة. وكانت الحياة النباتيّة مقتصرة في ذلك الزمن على الطحالب البحريّة. ونظراً إلى أنّ أعداداً كثيرة من هذه الكائنات الجديدة كانت لافقاريّات بحريّة معقّدة وكبيرة الحجم نسبيّاً وتتميّز بأصداف وهياكل صلبة من الكيتين[2] أو الكلس، فقد حظيت بفرصة أفضل لتُحفظ على شكل أحافير من المخلوقات الطريّة الجسم في الدهر القبكمبريّ.

تتمتّع الصخور الرسوبيّة الكمبريّة بنسبة عالية نسبيّاً من الأحافير، وهي أقدم الطبقات الملائمة للتأريخ الواسع النطاق القائم على مضاهاة الطبقات. ولهذا السبب، حقّق العلماء نجاحاً أكبر في فهم الظروف السائدة على الأرض خلال العصر الكمبريّ والعصور اللاحقة، مقارنةً بالدهر القبكمبريّ الأطول والأقدم منه.

والكمبريّ هو أقدم عصر جيولوجيّ يتوفّر للعلماء أدلّة كافية عنه لكي يفترضوا وجود صفائح قشريّة ويحاولوا وصفها. وقد أدّت الإصطدامات المتكرّرة بين هذه الصفائح في العصر الكمبريّ إلى تشكيل كتلة شاسعة من الأرض، أو قارّة عظمى، تُعرف بجوندوانالاند. وقد اشتملت هذه القارّة العظمى على الأجزاء الأوّليّة من القارّات الجنوبيّة الأربع الحاليّة – أميركا الجنوبيّة وافريقيا وقارّة القطب الجنوبي واستراليا الغربيّة – كما ضمّت الهند وأجزاء من المكسيك وفلوريدا الحاليّتين وجنوب أوروبا وربما الصين.

يختلف توزيع القارّات في العصر الكمبريّ عن التوزيع الحاليّ. فقد كان معظم القارّات واقعاً، إمّا في المنطقة الإستوائيّة أو في نصف الكرة الجنوبيّ. وتقدّم الترسّبات الملحيّة والشعاب المرجانيّة في الصخور الكمبريّة في أميركا الشماليّة وأوروبا الشماليّة، دليلاً واضحاً على الموقع الإستوائيّ القديم لهاتين المنطقتين.

غطّت جوندوانالاند مساحة أكبر بكثير من القارّات الشماليّة، وامتدّت من المنطقة الإستوائيّة وجنوب المنطقة المعتدلة إلى القطب الجنوبيّ تقريباً.

العصر الأُردوڤيسي (Ordovician Period)

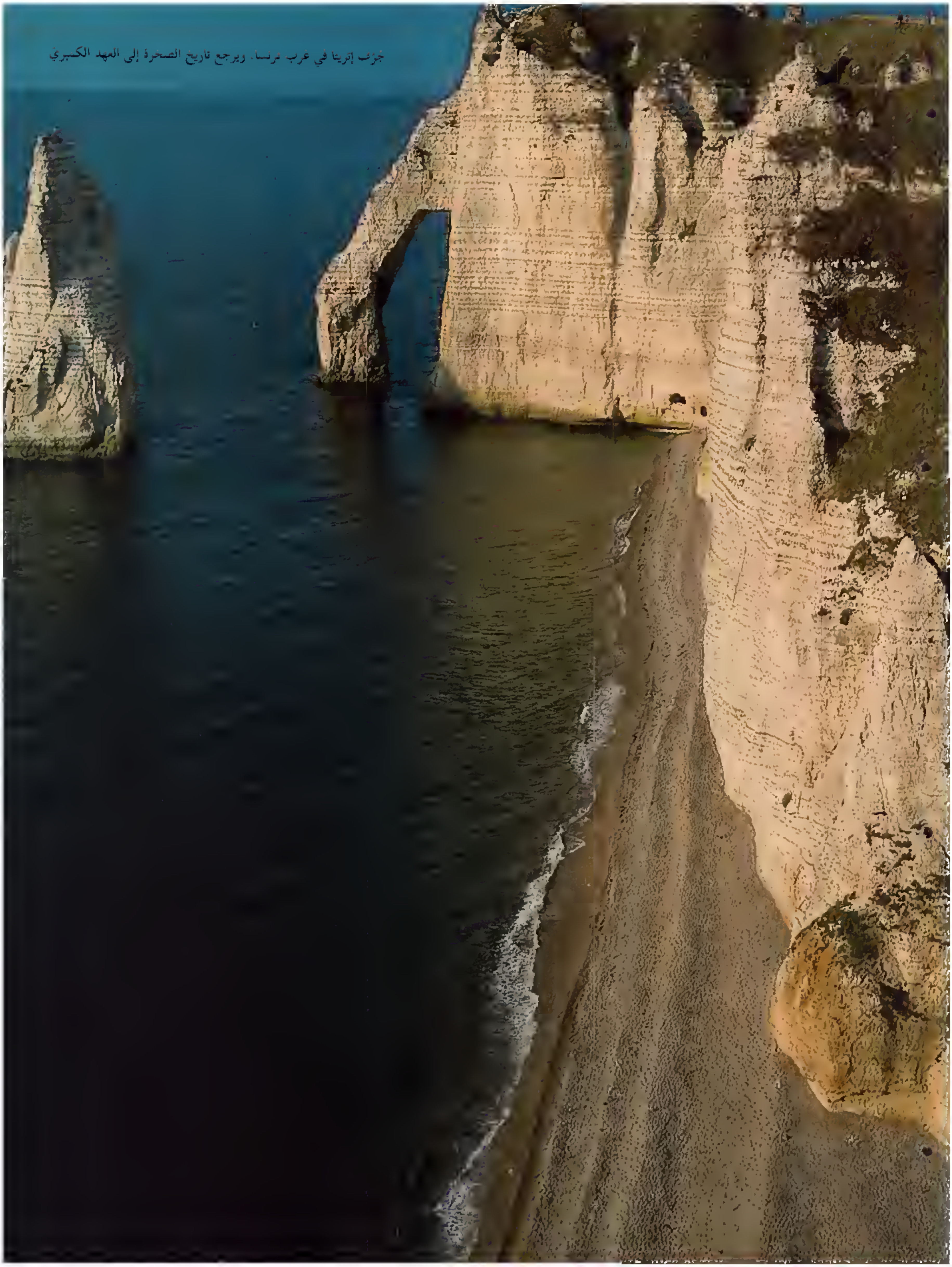
العصر الأردوڤيسي هو القسم الثاني من الدهر القديم في جدول الأزمنة الجيولوجيّة، ويمتدّ بين حوالى ٥٠٠ مليون و٤٣٥ مليون سنة خلت. وقد أُعطي هذا الإسم نسبة لقبيلة ويلزيّة، إذ أنّ الصخور المتكوّنة في هذا العصر قد تمّت دراستها لأوّل مرّة بشكل منهجيّ في منطقة ويلز.

في العصر الكمبريّ السابق، فصل الماء بين أميركا الشماليّة وأوروبا، ولكن في العصر الأردوڤيسي تصادمت القارّتان فتغضّنت بينهما كتلة سميكة جدّاً من الرسابات المتراكمة في الطيّة[3] الأپلاشيّة، وارتفعت هذه الصخور لتكوين السلسلة الجبليّة التاكونيك التي نشاهد اليوم بقاياها في شرق ولاية نيويورك. وتراجعت البحار الضحلة التي غطّت القسم الأكبر من أميركا الشماليّة في بداية العصر، وخلّفت وراءها رسابات سميكة من الحجر الكلسي؛ ثمّ عادت البحار من جديد في الأردوڤيسي ورسّبت طبقات سميكة من الرمل الكوارتزيّ والمزيد من الحجر الكلسيّ. وقد فصل بين أوروبا وآسيا بحرٌ طويل وضيّق تراكمت فيه رسابات الطيّة الأورالية. وكانت آسيا نفسها مجزّأة، إذ فصلت مياه البحر بين سيبيريا والصين. وفي نصف الكرة الجنوبيّ، شملت القارّة العظمى جوندوانالاند، المحاطة بحزام من الطيّات المقعّرة، أميركا الجنوبيّة وقارّة القطب الجنوبيّ وأفريقيا والهند

(١) الشرتيّة: صخر صوّانيّ غير نقيّ.
(٢) الكيتين: مادة قرنية تشكّل جزءاً من الإهابِ الخارجيّ في الحشرات والقشريّات.
(٣) الطيّة: إنخفاض عظيم في قشرة الأرض.

مرتفعات لانجديل في منطقة كمبريا في إنجلترا وقد تكوّنت في العصر الجيولوجي الكمبريّ





جُرُف إتريتا في غرب فرنسا. ويرجع تاريخ الصخرة إلى العهد الكمبري

وأستراليا، إضافة إلى أجزاء من القشرة القارّية – المكسيك وفلوريدا – التحمت في العصر الكربوني اللاحق بأميركا الشمالية.

كان مناخ العصر الأردوفيسي حارّاً ورطباً في القسم الأكبر من أميركا الشمالية وأوراسيا الحاليّتين، ومائلاً إلى البرودة في القارّات الجنوبية، مع الإشارة إلى أنّ القطب الجنوبيّ كان متمركزاً في ذلك الزمن في ما يشكّل الجزائر الحالية. وظلّت اللافقاريّات البحريّة أشكالَ الحياة السائدة في ذلك العصر. ومن المحتمل أن يكون بعض أشكال الحياة البدائية قد ظهر على اليابسة – نباتات ولافقاريّات حافرة للأحجار شبيهة بالدودة الألفية. وقد ضمّت البحار أيضاً الفقاريّات الأولى، وكانت أسماكاً بدائية مصفّحة بدروع عظمية. وظهرت في هذا العصر أيضاً الجرابتوليتيات[٤] والمرجان وأشباه الزنابق والحيوانات الطحلبية.

العصر السيلوريّ (Silurian Period)

العصر السيلوريّ هو القسم الثالث من الدهر القديم في جدول الأزمنة الجيولوجية، وقد دام ٢٧ مليون سنة تقريباً، امتدّت بين ٤٣٥ مليون و٤٠٨ ملايين سنة خلت. وقد أطلق عليه السير رودريك إمبي مورتشيسون هذا الإسم في سنة ١٨٣٥ نسبة لقبيلة بريطانية قديمة – السيلوريّين – سكنت غرب إنجلترا وويلز، حيث جرت للمرّة الأولى دراسة صخور رسوبية من هذا العصر.

وفي العصر السيلوريّ، كانت القارّات الجنوبية مجتمعة في قارّة واحدة هي القارّة العظمى جوندوانالاند، فيما انقسمت القارّات الشمالية إلى الكتل القارّية الشمالأميركية والأوروبية والآسيوية. وكانت جرينلاند وبعض أجزاء أميركا الشمالية الواقعة حالياً ضمن الدائرة القطبية لا تبعد أكثر من ٦١° تقريباً عن خط الإستواء. وقد أدّى تقارب الصفائح التكتونية، الذي كان قد بدأ في العصر الأردوفيسي، إلى تغضّن الصخر الرسوبيّ الذي تراكم في القعيرة (الطيّة المقعّرة) الكاليدونية، وهي منطقة في شمال غرب أوروبا تشهد وهناً في القشرة. وقد تحوّلت هذه الصخور (تغيّرت بفعل الحرارة والضغط) ودخلت فيها صخور بركانية، وأصبحت مكشوفة اليوم في مناطق متباعدة جدّاً مثل جرينلاند وإنجلترا والنروج.

ولم يكن المناخ في العصر السيلوريّ متماثلاً في جميع المناطق. فقد غطّى جليد المجلّدات المناطق الواقعة على بعد ٦٥° أو أكثر من خطّ الإستواء. أمّا في المناطق الواقعة على بعد ٤٠° أو أقلّ من خطّ الإستواء، فقد تنامت الشعاب المرجانية في مياه البحر الدافئة. وفي الأراضي الحارّة والجافّة، تشكّلت كثبان رملية وترسّبت معادن تبخرية، مثل الملح والجصّ، من مياه داخلية سابقة الوجود. وقد تراكم الملح السيلوريّ في منطقة البحيرات الكبرى في أميركا الشمالية بسماكة ٥٠٠ متر، ويجري استخراجه اليوم على نطاق واسع. وتشكّل الصخور الرسوبية السيلورية في جرينلاند والأجزاء من أميركا الشمالية الواقعة على ١٥° من خطّ الإستواء، دليلاً على حدوث التراكم في بيئة استوائية.

ويضمّ بعض الصخور السيلورية أقدم بقايا معروفة من النباتات الأرضية: أحافير لمجموعة منقرضة من النباتات الوعائية البدائية العديمة الأوراق، أطلق عليها اسم العاريات، وتتميّز بساق أفقية تنمو تحت الأرض وتُطلق إلى الأعلى سويقات عمودية قصيرة. وتشكّلت الحياة الحيوانية بشكل رئيسيّ من اللافقاريّات البحرية، واشتملت على أوّل سمكة مزوّدة بفكّين وأوّل الحشرات البرّية.

العصر الديفونيّ (Devonian Period)

العصر الديفونيّ هو القسم الرابع من الدهر القديم في جدول الأزمنة الجيولوجية، ويمتدّ بين حوالى ٤٠٨ ملايين و٣٦٠ مليون سنة خلت، وقد أُطلق عليه هذا الإسم نسبةً إلى ديفون (ديفونشير) في إنجلترا، حيث جرت للمرّة الأولى دراسة الصخور الرسوبية من ذلك العصر، في ثلاثينات القرن التاسع عشر.

وفي هذا العصر، امتدّت الكتل القارّية القديمة لأميركا الشمالية وأوروبا على جانبَي خطّ الإستواء، فيما تجمّعت الأجزاء الافريقية والجنوبأميركية من جوندوانالاند (القارّة العظمى المفترضة التي سوف تشكّل القارّات الجنوبية الحديثة) فوق القطب الجنوبيّ. ويُعتبر الاصطدام الذي وقع بين كتلة أميركا الشمالية وأوراسيا وجوندوانالاند الحدثَ الجيولوجيَّ الرئيسيَّ في العصر الديفونيّ. وقد أدّى الضغط الذي ولّده هذا التصادم إلى تشكيل الجبال عن طريق ثني المقاطع السميكة من الطبقات الرسوبية التي تراكمت في منخفضات تشهد وهناً قشرياً، وتُعرف بالقعائر (ج: قعيرة). ويُعرف تكوّن الجبال في العصر الديفونيّ بتكوّن الجبال الأكّادية في شمال أميركا، وبتكوّن الجبال الكاليدونية في



▲ الستيجوسوروس Stegosaurus: جنس من أجناس فصيلة طيريّات الحوض Ornithischian المصفّحة التي عاشت في أواخر العصر الجوراسيّ حوالى ١٥٠ مليون سنة خلت. وعلى الرّغم من ندرة أحافير حيوانات الستيجوسوروس، يعتقد أنّ هذه الدينوصورات عاشت في أميركا الشمالية، وأنّ حيوانات شبيهة لها عاشت في الصين وأوروبا والهند. له ١٧ صفيحة كبيرة ومثلّثة موزّعة بشكل متناوب على عموده الفقري شديد التقوّس. وقد بلغ طول الحيوان ٦م وارتفاعه ٢،٥م عند الوركين. وكان الرّأس صغيراً بالنسبة إلى حجم الجسم فيما حمل الذّنب نتوءات طويلة. ويُعتقد أن الصفائح كانت تحمي حيوان الستيجوسوروس وتضبط درجة حرارة جسمه.



(٤) الجرابتوليت هي بقايا حيوانات لافقارية منقرضة عاشت في عدد من المواطن البحرية وتواجدت بكميات وافرة في الدهر القديم. وتشبه أكثر الجرابتوليت شيوعاً شفرات صغيرة مماثلة لشفرات منشار المعادن مطبوعة في الصخر. وتظهر أنواع أخرى منها في هيئة بنى صغيرة شبيهة بالخُبيات الكثّة مضغوطة على الركيزة الصخرية. ويتراوح عادة طول الحيوانات الشبيهة بشفرات منشار المعادن بين ١٥ و٤٤ مليمتراً تقريباً، ويبلغ عرض أصغر البنى الشبيهة بالخبيات حوالى ٢٥ مليمتراً، فيما يصل عرض أكبرها إلى عدّة سنتيمترات.
استخدم العلماء الجرابتوليت الطافية للمقارنة بين الوحدات الطبقاتية وربطها ببعضها البعض. نظراً لتوزيعها الجغرافي الواسع. وبما أنّ الجرابتوليت الطافية غيّرت شكلها بسرعة، فهي أيضاً مفيدة جدّاً كمؤشرات أو أدلة على الزمن الجيولوجي. والجرابتوليت هي من الأحافير القليلة التي يمكن أن تُحفظ في الصخور المتحوّلة، وأن تُستعمل بالتالي لتحديد تاريخ الصخور التي لا يمكن تحديد عمرها بأي طريقة أخرى.
عاشت الجرابتوليت ما يقارب الـ ٢٠٠ مليون سنة، من منتصف العصر الكمبريّ إلى الكربوني. وكانت الجرابتوليت الشبيهة بالخبيات الكثّة (مثل عشب البحر) أطول هذه الحيوانات بقاءً، وقد عاشت معلّقة بقاع البحار الضحلة ذات الرفوف الصخرية.
أمّا الأنواع الأوسع انتشاراً فكانت تلك التي عاشت بطريقة مشابهة للعوالق، وقد وُجدت في صخور يتراوح تاريخ تكوينها بين الأردوفيسي الباكر والديفوني الباكر (حوالى ٥٠٠ مليون إلى ٣٩٠ مليون سنة خلت). طفا معظم هذه الجرابتوليت في المياه الممتدّة فوق الأجزاء الخارجية من الرفوف القارّية، لكنّ بعضها عاش في بحار أقلّ عمقاً أو في الطبقات السطحية من المحيط المفتوح. ويُجد معظم هذه الحيوانات الأخيرة في طَفَل صفّحيّ داكن غنيّ بالمواد العضوية مترسّب في بيئات فقيرة بالأكسجين. وتبقى العلائق البيولوجية للجرابتوليت أمراً غير معروف تماماً. وهي وثيقة الشبه بقوالع (صدفة – محارة) حيوانات بحرية صغيرة جداً تنتمي في الزمن الحاضر إلى شعبة نصفيّات الحبل.



▼ **الترايسيراتوبس Triceratops:** جنس من الدينوصورات رباعيّة القوائم والآكلة للنبّات. وقد عاشت هذه الحيوانات، التي بلغ وزن واحدها عدّة أطنان، خلال العصر الطباشيريّ أي منذ ٦٥ مليون سنة. وفي كلّ الأنواع التابعة لجنس وجهيات القرن Ceratopsia، باستثناء الأنواع المبكرة، كانت الجمجمة تحمل قرناً أو أكثر في أعلى الوجه، إضافة إلى منقار يشبه منقار الببغاء، وذلك بسبب عظمة فريدة هي العظمة المنقارية Rostral. وكان لحيوانات الترايسيراتوبس ثلاثة قرون – واحد مركزيّ فوق فتحتي الأنف مباشرة واثنان في الجبين، ولذلك أطلق عليها الاسم الذي يعني وجهيات القرون الثلاثة. وكانت الجمجمة بطول ١,٨م في بعض الحيوانات، ما يجعلها كبيرة مقارنة بحجم الجسم. وخلف الجمجمة، كان يوجد هدب عظميّ يحمي الرقبة ويثبّت العضلات القوية للفكّ والرقبة. ويُعتقد أنّ حيوانات الترايسيراتوبس هاجرت شرقاً إلى أميركا الشمالية حيث انقرضت مع نهاية العصر الطباشيريّ.



بريطانيا العظمى والنروج. وتشكّل الجذور المنحتة للجبال الناشئة عن تكوّن الجبال الأكّادية، الجزء الشماليّ من جبال الأبلاش الحالية، الذي يمتدّ من نيو انجلاند إلى نيوفوندلاند. وقد انحتّت كميّات ضخمة من الرمل الأحمر الخشن والحصى من هذه الجبال الأكّادية الجديدة، وتراكمت فوق داخلية القارّة المنبسطة والمستقرة. وقد شغلت داخلية القارّة بشكل متقطّع بحارٌ ضحلة وحارّة تشكّلت فيها شِعاب من المرجان والإسفنج. وقد أصبح الكثير من هذه الصخور الشعابية والصخور الرملية الديفونية مشبّعة موضعياً بالنفط.

وتراكمت طبقات سميكة جداً من الرمال الحمراء في دلتا كاتسكيل الشاسعة، حيث طُمرت وحُفظت أوّل غابات على سطح الأرض: أشجار حرشفيّة رفيعة وطويلة، وأشجار بدائية من دائمات الخضرة ذوات أوراق، وسراخس. وقد ألصق أكسيد الحديد حبّات الرمل ببعضها البعض وصبغها باللون الأحمر، فتشكّل بذلك الحجر الرمليّ الأحمر القديم في الجزر البريطانية وطبقات كاتسكيل الحمراء في جنوب شرق نيويورك. ويشكّل أكسيد الحديد والغابات المحفوظة والشِّعاب المرجانية دليلاً على وجود مناخ حارّ ورطب.

في هذه الظروف المناخية، ومع تشكّل طبقة أوزون في الجوّ تقي سطح الأرض من الأشعّة فوق البنفسجية، ظهرت على اليابسة أولى المفصليات التي تتنفّس الهواء من الجوّ، وكانت من العناكب والعثّ (سوس). وفي البحار، شكّلت صدفيات حلزونية تُعرف بالآمونيتات الشكل الرئيسيّ من الحيوانات اللافقارية. وشهدت أنواع الأسماك المصفحة التي كانت سائدة في العصر الأردوفيسي تطوّراً كبيراً، وأصبحت أسماك العصر الديفوني مزوّدة بزعانف وحراشف وفكّين. وقد تطوّرت إحدى مجموعات الأسماك، وهي ذوات الزعانف المفصّصة، لتصبح الفقاريات الأولى التي تتنفّس الهواء من الجوّ؛ وهي البرمائيات التي غزت اليابسة في نهاية العصر الديفوني، ومهّدت لظهور الزواحف في العصر الكربوني الذي جاء بعد ذلك.

العصر الكربونيّ (Carboniferous Period)

العصر الكربونيّ هو القسم الخامس من الدهر القديم في جدول الأزمنة الجيولوجية، ويمتدّ بين حوالى ٣٦٠ مليون و٢٩٠ مليون سنة خلت. وقد استُعمل هذا الإسم للمرّة الأولى في بريطانيا، حيث أُطلق في سنة ١٨٢٢ على الطبقات الفحمية في إنجلترا وويلز.

في أميركا الشمالية، يعتبر الجيولوجيون أنّ هذه الفترة من الزمن الجيولوجيّ التي تغطّي ٧٠ مليون سنة تشمل عصرين بدلاً من عصر واحد. ويمتدّ العصر الأوّل، وهو العصر الميسيسيبي، بين ٣٦٠ مليون و٣٣٠ مليون سنة خلت؛ بينما يمتدّ العصر البنسلفانيّ اللاحق بين ٣٣٠ مليون و٢٩٠ مليون سنة خلت.

في بداية القسم البنسلفانيّ من العصر الكربونيّ (عندما كان القسم الأكبر من الفحم في العالم في طور التشكّل)، غطّت الغابات الكثيفة والمستنقعات الخثيّة الإستوائية مساحات شاسعة من الأرض أصبحت في ما بعد شرق أميركا الشمالية وشمال أوروبا. وكانت هذه الأراضي واقعة في المنطقة الإستوائية، شماليّ خطّ الإستواء مباشرة، وعرفت مناخات حارّة ورطبة. وقد عزّزت هذه الظروف البيئية نموّ النباتات وتكاثر الكائنات البحريّة التي سوف يتشكّل منها الفحم وأيضاً النفط والغاز.

إنّ البقايا الحيوانية والنباتية من العصر الكربونيّ وفيرة جداً ومحفوظة بشكل جيد في الكثير من الحالات. ونلاحظ وجود تماثل كبير في طبيعة الحياة النباتية، فإنّ الأجناس نفسها، وغالباً الأنواع نفسها، تتواجد في مناطق متباعدة جداً. ونعرف اليوم حوالى ٢٠٠٠ نوع من النباتات، هي في غالبيتها أنواع عديمة الزهر. وقد انتشرت بشكل واسع أشكال أوّلية من رِجل الذئب وذيل الحصان والأشجار الحرجية (القلبية الورق) والسرخسيات. ولم تترك الحيوانات البرية في ذلك العصر سوى آثار قليلة، لكننا نجد عدداً أكبر من بقايا الحيوانات البحرية. وقد ظهرت في هذا العصر أولى الزواحف الحقيقية، التي تطوّرت من البرمائيات التي سبقتها. وعرفت البحار مجموعات وافرة من المرجان وأشباه الزنابق(٥) والمُنَخْرَبات(٦) الدقيقة، مع بعض ثلاثيات الفصوص وعريضات الأجنحة. كما انتشرت أيضاً الرخويات والقواقع، ومنها رأسيات الأرجل وأشباه النوتي. وكانت الحشرات موجودة بأعداد كبيرة، ولا سيما شكل عملاق من اليعاسيب. وشاع وجود الشريطيات وعَضُديّات الأرجل، كما تواجدت أسماك القرش والأسماك البدائية القاسية الحراشف بأعداد كبيرة.

ومن بين الكتل القارية القديمة، وحدها قارّة سيبيريا الأوّلية قامت شماليّ المنطقة الإستوائية، وقد امتدّت حتى القطب الشمالي تقريباً. أمّا القارّة العظمى جوندوانالاند، التي ضمّت ما سوف يصبح في ما بعد أميركا الجنوبية وأفريقيا والهند وقارّة القطب الجنوبيّ، فقد امتدّت بأكملها في نصف الكرة الجنوبيّ، وغطّت مساحة شاسعة وقع مركزها قرب القطب الجنوبيّ.

وكانت جوندوانالاند والقارّات الأوّلية المختلفة قد بدأت بالإنزياح باتّجاه بعضها البعض منذ أوائل الدهر القديم. وفي نهاية العصر الكربونيّ، بلغت حركة الصفائح ذروتها في اصطدام رباعيّ الأطراف. لذا فعند بداية العصر البرميّ، كانت صفائح قشرة الأرض قد دمجت جميع مساحات اليابسة على سطح الأرض في قارّة عظمى واحدة، تُعرف بالبانجيا.

وقد أدّت إعادة توزيع الأراضي والبحار التي حدثت في هذا العصر إلى تغيير مناخيّ شامل. فقد كان المناخ حارّاً ورطباً في الكربونيّ، لكنّه أصبح أكثر برودة وجفافاً مع نهاية العصر، ما أدّى إلى حدوث عهد جليديّ طويل، يُعرف بالكربونيّ البرميّ.

العصر البرميّ (Permian Period)

العصر البرميّ هو القسم الأخير من الدهر القديم

(٥) أشباه الزنابق: هي حيوانات بحرية دنيا مثقبة الأصداف.

(٦) المنخربات: هي طائفة من الحيوانات البحرية تشبه أزهاراً قائمة على أعناقها عادةً.

في جدول الأزمنة الجيولوجية، ويغطّي فترة ٥٠ مليون سنة تقريباً تمتدّ بين ٢٩٠ مليون و٢٤٠ مليون سنة خلت. وقد أعطاه الجيولوجيّ الإنجليزيّ السير رودريك إمّبي مورتشيسون هذا الإسم، في سنة ١٨٤١، نسبة لقرية في شرق روسيا، حيث تمّ الربط بين طبقات رسوبيّة من هذا العصر، استناداً إلى المحتوى الأحفوريّ، بطبقات رسوبيّة واقعة إلى الغرب، في ألمانيا. وتتميّز صخور العصر البرميّ في جميع أنحاء العالم بغناها بالفحم والنفط والغاز.

وقد شهد هذا القسم الأخير من الدهر القديم اضطرابات قشريّة واسعة النطاق. فقد ارتفعت قارّات من البحار الضحلة التي كانت سائدة في العصر الكربونيّ السابق، وضُغطت الرسابات التي تراكمت في المنخفضات المقعّرة (الفعائر)، ودُفعت إلى الأعلى لتكوين سلاسل جبليّة: جبال الأبلاش الوسطى والجنوبيّة في شمال أميركا وجبال الأورال في روسيا. واتّحدت أوروبا وآسيا (سيبيريا مع روسيا، والصين مع سيبيريا) فيما لحم اصطدام الصفائح القاريّة إلى الغرب، أميركا الشماليّة بالقارّة العظمى القديمة جوندوانالاند. وبهذه الطريقة، اجتمعت كافّة المساحات القاريّة في قارّة واحدة، أطلق عليها ألفرد فجنر اسم بانجيا. ويبدو أنّ المناطق الجنوبيّة من أميركا الجنوبيّة وأفريقيا قد تجمّعت قرب القطب الجنوبيّ مع قارّة القطب الجنوبيّ وأستراليا والهند. وكانت أميركا الشماليّة وأوروبا الغربيّة، اللتان امتدّتا على جانبي خطّ الإستواء البرميّ، منطقتين حارّتين وجافّتين، كما تشير إليه الطبقات السميكة من المعادن التبخريّة – مثل الملح والجصّ – التي ترسّبت، دون شكّ، في مياه البحار المغلقة.

وشكّلت بداية العصر البرميّ فترة غنيّة جدّاً باللافقاريّات البحريّة التي تكاثرت في البحار الداخليّة الضحلة والدافئة. وفي أواخر العصر، أدّت موجة من الانقراضات الواسعة، وهي الأكبر في تاريخ الأرض، إلى زوال مجموعات كبيرة من المرجان والحيوانات الطحلبيّة وقنفذيّات الجلد وغيرها من اللافقاريّات. وعلى اليابسة، ظهرت الصنوبريّات وأشجار الجِنْكة إلى جانب السرخسيّات البذريّة. وتراجع عدد البرمائيّات، فيما شهدت الزواحف، التي ظهرت في العصر السابق، تطوّراً مدهشاً أدّى إلى ظهور أشكال لاحمة وعاشبة شبيهة بالثدييّات. وظهرت أيضاً في العصر البرميّ سوالف الدينوصورات.

العصر الترياسيّ (Triassic Period)

العصر الترياسيّ هو القسم الأوّل من الدهر الوسيط في جدول الأزمنة الجيولوجيّة (وهو من ثلاثة أقسام)، ويغطّي فترة ٣٢ مليون سنة تقريباً تمتدّ من ٢٤٠ مليون إلى ٢٠٨ ملايين سنة خلت.

خلال العصر الترياسيّ، بدأت القارّة العظمى بانجيا بالإنقسام. وتشكّلت شقوق بين أميركا الشماليّة والجزء الأفريقيّ من جوندوانالاند. ومع تمدّد قشرة الأرض، انخسفت كتل كبيرة، فتشكّلت أحواض فيزيوغرافيّة ترسّبت فيها طبقات سميكة من الحجر الرمليّ الملوّن بالأحمر والحجر الغرينيّ والطَّفَل الصفَحيّ. وقد اندسّت في هذه الصخور الرسوبيّة جُدُدٌ متوازية (اندساسات صخريّة أفقيّة) من البزلت البركانيّ الداكن، مثل الطبقات المنكشفة في أجراف نيو جيرسي على طول نهر الهدسون. وتمتدّ بقايا طويلة وضيّقة من الأحواض الترياسيّة من فيرجينيا إلى نوڤاسكوشا في الشمال.

وتشير الأحافير الموجودة في الطبقات الترياسيّة إلى أنّ المناخ العامّ السائد في ذلك العصر هو مناخ حارّ. وقد امتدّ القسم الأكبر من أميركا الشماليّة بين خطّ الإستواء وخطّ العرض ٣٠° شمالاً، ما يعني أنّ المناخ شبه الإستوائيّ قد ساد حتى وابومينج ونيو انجلاند في الشمال. وطغت في الزمن الترياسيّ الأشجار الدائمة الخضرة، التي تشكّلت في معظمها من الصنوبريّات وأشجار الجِنْكة. كما بقيت السيكاسيّات (أشجار شبيهة بالنخل) والأشجار الحرشفيّة التي كانت طاغية في العصر السابق، لكنّها لم تكن بمثل عدد وتنوّع الأشجار الدائمة الخضرة.

وتُعتبر الدينوصورات أهمّ الحيوانات التي ظهرت في العصر الترياسيّ. ولم تصل الحيوانات الأولى في هذه المجموعة إلى الأحجام الضخمة التي بلغتها الدينوصورات في الدهر الوسيط المتأخّر، ولم يتجاوز طول معظمها ٣ إلى ٤,٥ أمتار. وتشكّل الإكثصورات أيضاً مجموعة هامّة من الزواحف في العصر الترياسيّ، وهي زواحف بحريّة ذات خطم طويل وجسم شبيه بجسم الدلافين الحاليّة. ومن الزواحف البحريّة الأخرى في ذلك العصر، نذكر البَلْصورات التي كانت تتميّز بجسم عريض شبيه بجسم السلاحف، وعنق وذنب طويلين، وزعانف عريضة.

ويعتبر الكثير من العلماء الإحاثيّين (البليونتولوجيّين) أنّ العصر الترياسيّ قد شهد ظهور الثدييّات الحقيقيّة الأولى، لكنّ فيزيولوجيّتها لا تزال شبه مجهولة. وتُمثّل الحشرات (من اللافقاريّات) في العصر الترياسيّ بالأنواع الأولى التي خضعت لتحوّل كامل من اليرقة إلى الحشرة البالغة مروراً بالخادرة. وفي البحار الترياسيّة، حيث انتشرت التقّايّات الشبيهة بالحبّار والآمونيات والقشريّات بأعداد وافرة، حدثت موجة واسعة من الإنقراضات قضت على ٧٥٪ من أنواع اللافقاريّات.

العصر الجوراسيّ (Jurassic Period)

العصر الجوراسيّ هو القسم الثاني من الدهر الوسيط في جدول الأزمنة الجيولوجيّة، ويغطّي الفترة الممتدّة بين حوالى ٢٠٨ ملايين و١٤٤ مليون سنة خلت. وقد أُعطي هذا الإسم نسبة لطبقات صخريّة في جبال الجورا.

في بداية العصر الجوراسيّ، كانت إيطاليا واليونان وتركيا وإيران متّصلة بالجزء الشمالأفريقيّ من جوندوانالاند، وهي القارّة العظمى الجنوبيّة التي بدأت بالتحزّؤ في العصر الترياسيّ. وبقيت قارّتا القطب الجنوبيّ وأستراليا ملتحمتين معاً بعد انفصالهما عن جوندوانالاند، فيما زاحت الهند شمالاً باتّجاه القارّة العظمى لوراسيا.

إنفصلت أميركا الشماليّة عن جوندوانالاند وزاحت غرباً، ما فتح خليج المكسيك، الذي ترسّبت في مياهه في ما بعد طبقات سميكة من الملح. ومع تجاوز أميركا الشماليّة قاع المحيط الهادي، أُطلق النشاط البركانيّ واندساس الباثوليثات (أجسام تحارضيّة ضخمة من الصخر البركانيّ الجرانيتيّ)، ما أطلق بدوره الأحداث المكوّنة للجبال التي بلغت ذروتها في وقت لاحق في نشوء سلسلة الجبال الشمالأميركيّة [جبال الروكي (الجبال الصخريّة) والسييرا نيڤادا].

في هذه الأثناء، بدأت أميركا الجنوبيّة وأفريقيا (في نصف الكرة الجنوبيّ) بالابتعاد الواحدة عن الأخرى، وانفتح ممرّ بحريّ طويل وضيّق باتّجاه الشمال، اتّحد في ما بعد بالبحر الإستوائيّ الكبير المعروف بتيثيس. مع تشكّل الممرّات البحريّة واتساعها واتصالها ببعضها البعض، امتدّت المياه البحريّة الضحلة والدافئة فوق القسم الأكبر من أوروبا والأراضي الواقعة حول بحر تيثيس. وفي أواخر العصر الجوراسيّ، بدأت هذه البحار الضحلة بالتصريف والنزح، مخلّفة وراءها طبقات سميكة من الحجر الكلسيّ حيث تشكّلت في وقت لاحق بعض أغنى تراكمات النفط والغاز في العالم.

وتشكّل الشعاب المرجانيّة الواسعة الإنتشار وبقايا الغابات المعتدلة وشبه الإستوائيّة، المكوّنة في غالبيّتها من عاريات البذور (السيكاسيّات والصنوبريّات) وأشجار الجِنْكة والسرخسيّات البذريّة، دليلاً واضحاً على أنّ العصر الجوراسيّ قد عرف مناخاً حارّاً ورطباً. وفي أواسط العصر الجوراسيّ، ظهرت كاسيّات البذور الأولى (النباتات المزهرة).

طغت الزواحف على أشكال الحياة الحيوانيّة الأخرى في العصر الجوراسيّ. وقد تلاءمت هذه الحيوانات مع الحياة في البحر (الإكثصورات والبلصورات) وفي الجوّ (الزواحف المجنّحة) وعلى اليابسة، حيث بلغت أحجاماً هائلة (الألّوصور اللاحم والأباتوصور العاشب). وفي سنة ١٨٢٢، وُجدت في الطبقات الجوراسيّة في منطقة ساسكس الإنجليزيّة عظام أحد أوّل الدينوصورات المكتشفة في العالم، وهو الإجواندون. وقد وُجدت أيضاً بقايا مستحفرة لأقدم طائر معروف، هو الطائر الأوّلي ذو الأسنان، في صخور من العصر الجوراسيّ. أمّا الثدييّات التي تطوّرت في نهاية العصر الترياسيّ السابق فبقيت صغيرة وشبيهة بالقوارض، فيما ازدهرت الدينوصورات طوال العصر الجوراسيّ.

العصر الطباشيريّ (Cretaceous Period)

العصر الطباشيريّ هو آخر فترة زمنيّة من الدهر الوسيط، ويمتدّ بين حوالى ١٤٤ مليون و٦٥ مليون سنة خلت. ويشير اسم هذا العصر إلى وفرة الطبقات الطباشيريّة المرسّبة في القسم الأخير من هذا العصر في إنجلترا وفرنسا، والتي أصبحت مكشوفة اليوم في عدّة أماكن مثل دوفر. في أوروبا وأميركا الشماليّة، يقسم الجيولوجيّون العصر إلى طباشيريّ باكر وطباشيريّ متأخّر.

في بداية الدهر الوسيط، كانت جميع القارّات ملتحمة في كتلة قاريّة واحدة هي البانجيا. وقد أدّى انقسام البانجيا في الدهر الوسيط الباكر إلى خلق قارّتين عظيمتين: لوراسيا المؤلّفة من القارّات الشماليّة الحاليّة، وجوندوانالاند المؤلّفة من القارّات الجنوبيّة الحاليّة. ويفصل بين هاتين القارّتين بحر واسع، هو بحر تيثيس الذي يشكّل البحر المتوسط الحالي بقيّة متقلّصة منه.

وفي العصر الطباشيريّ، انفصلت الصفيحة القاريّة الأفريقيّة عن جوندوانالاند وزاحت باتّجاه الشمال، ما عرّض الترسّبات في بحر تيثيس إلى انضغاطات شديدة، وأدّى إلى تكوّن أساس جبال الألب الأوروبيّة. وفي وقت لاحق، انزلقت الصفيحة الأفريقيّة تحت الصفيحة اللوراسيّة، مطلقةً بذلك النشاط البركانيّ الذي يستمرّ اليوم في إيطاليا وصقلية. وفي الوقت نفسه، اتّسع المحيط الأطلسيّ الجنوبيّ الحديث التكوين بفعل تمدّد قاع البحر على طول سلسلة جبال وسط الأطلسيّ، ما وسّع الفُرجة بين أفريقيا وأميركا الجنوبيّة. وإلى الشرق، انفصلت الهند عن جوندوانالاند، وزاحت شمالاً حتى صدمت الرسابات في بحر تيثيس الشرقيّ، وكوّنت منها سلاسل جبليّة ممتدّة بالطول، هي أساس جبال الهيمالايا الحاليّة. أمّا قارّة القطب الجنوبيّ وأستراليا فبقيتا معاً، وزاحتا باتّجاه الجنوب الغربيّ.

وقد ولّدت حركة أميركا الشماليّة المستمرّة باتّجاه الغرب قوى مكوّنة للجبال بلغت ذروتها في رفع الجبال الصخريّة وجبال سييرا نيڤادا في كاليفورنيا. وقطعت جبال الروكي (الجبال الصخريّة) في ارتفاعها تصريف بحر الطباشيري المتأخّر إلى الغرب، ما حوّل القسم الأكبر من داخل أميركا الشماليّة العربي إلى مستنقع كبير. أمّا في الشرق، فقد شكّلت الرسابات الناتجة عن حتّ جبال الأبلاش، السهلَ الساحليّ الأطلسيّ.

في الطباشيريّ المتأخّر، ارتفع مستوى البحر في جميع أنحاء العالم، فغطّت المياه ثُلث مساحة اليابسة الحاليّة. وقد سمح ذلك للتيّارات المحيطيّة بتوزيع حرارة الشمس بشكل أوسع باتّجاه القطبين، ما خلق مناخاً لطيفاً ودافئاً في جميع أنحاء الأرض، وجعل القطبين خاليين من الجليد، وجعل درجة حرارة المياه القطبيّة الشماليّة تبلغ ١٤° مئويّة أو أكثر. وفي هذا المناخ، كان باستطاعة الزواحف المتغيّرة الحرارة أن تعيش وتتكاثر حتى في المناطق القريبة من القطب الشماليّ. وتشبه السرخسيّات والسيكاسيّات المستحفرة، التي وُجدت في الصخور الطباشيريّة في المناطق القطبيّة الشماليّة، النباتات التي تنمو اليوم في غابات المطر شبه الإستوائيّة. وفي الطباشيريّ المتأخّر، كانت النباتات قد اتخذت مظهراً حديثاً، وتضمّنت الكثير من أجناس الأشجار الحاليّة مثل البلّوط أو السنديان والزّان والقَيْقَب.

وبالرغم من هذا المناخ اللطيف، حدث الكثير من الإنقراضات الواسعة النطاق بين الحيوانات، في أواخر العصر الطباشيريّ. فقد انقرضت خمس مجموعات من الزواحف الكبيرة التي كانت سائدة من قبل، هي الدينوصورات والزواحف المجنّحة والإكثصورات والبَلْصورات والموساصورات. وتقول نظريّة حديثة إنّ مذنّباً أو كويكباً صغيراً قد اصطدم بالأرض منذ ٦٥ مليون سنة، وأطلق كميّة هائلة من الغبار في الجوّ أدّت إلى خفض كميّة الأشعّة الشمسيّة الساقطة على الأرض، وخفّض درجات الحرارة في كافة أنحاء العالم، ما قضى إلى حدّ بعيد على الطحالب والنباتات والحيوانات الصغيرة التي اقتاتت بها الزواحف الكبيرة.

العصر الحديث الأسبق (أو پاليوسين) (Paleocene Epoch)

العصر الحديث الأسبق هو أوّل وأقصر الأقسام الخمسة التي تشكّل العصر الثُلثي من الدهر الحديث في جدول الأزمنة الجيولوجيّة. ويمتدّ هذا العصر (أو



كتلة من الحجر الكلسيّ «صخرة جبل طارق» التي تكوّنت تحت المحيط في العصر الجيولوجيّ الترياسي. ظهرت الكتلة فوق سطح البحر بعلوّ ٤٢٧ متراً بفعل التغييرات في القشرة الأرضيّة.

الحين) من حوالى ٦٥ مليون إلى ٥٥ مليون سنة خلت. وقد تمّ تحديده، مثل الأحيان التي تلته، استناداً إلى النسبة المئوية لأنواع المحارّ الحالية الموجودة في السجل الأحفوريّ.

ويشكّل العصر الحديث الأسبق المرحلة النهائيّة لتفكّك القارّة العظمى القديمة بانجيا، التي بدأت بالإنقسام في أوائل الدهر الوسيط. وقد أدّت في النهاية حركة الصفائح التكتونيّة إلى فصل قارّة القطب الجنوبيّ عن أستراليا؛ وفي نصف الكرة الشماليّ، أدّى اتساع قاع شمال الأطلسيّ إلى فصل جرينلاند عن أميركا الشماليّة. بعدما انقرضت الديناصورات في نهاية العصر الطباشيريّ، بدأت الثدييات تبسط سيطرتها على الأرض. وفي مقدَّم هذه الثدييات البدائيّة نجد الجرابيات، وآكلات الحشرات، وأشباه اللّيمور، واللواحم ذوات الأسنان (حيوانات لاحمة هي سوالف جميع السنّوريّات والكلاب)، وذوات الحوافر البدائيّة التي تطوّرت منها، في ما بعد، مجموعات متنوّعة جدّاً مثل الجياد وحيوانات وحيد القرن والخنازير والجمال.

العصر الحديث السابق، أو العصر الفجريّ (Eocene Epoch)

العصر الحديث السابق هو القسم الثاني من العصر الثلثيّ في الدهر الحديث في جدول الأزمنة الجيولوجيّة، ويمتدّ من حوالى ٥٥ مليون إلى ٣٨ مليون سنة خلت. وعلى غرار العصر الحديث الأسبق، الذي سبقه، والعصر الحديث اللاحق، الذي تلاه، تمّ تحديد العصر الحديث الأسبق في القرن التاسع عشر على يد الجيولوجيّ البريطانيّ السير شارلز لايل، استناداً إلى النسبة المئويّة من أنواع المحارّ الحديثة الموجودة في الطبقات الصخريّة العائدة للعصر الحديث السابق.

في نصف الكرة الغربيّ، شهد العصر الحديث السابق الطور النهائيّ لتكوّن السلاسل الجبليّة الكبيرة التي تمتدّ شمالاً وجنوباً على طول الجزء الغربيّ من الأميركتين. وفي غرب الولايات المتحدة، تراكمت رسابات شبيهة بالصلصال في بحيرات العصر الحديث السابق الواسعة، ثمّ ضُغطت في وقت لاحق لتشكيل تراكمات الزيت الحجريّ القيّمة في وايومينج وكولورادو ويوتا. وفي الوقت نفسه، استمرّت القارّة العظمى السابقة لوراسيا بالإنشقاق، وبدأ اتساع قاع البحر بشكل جدّي على طول الجزء الشماليّ من سلسلة جبال وسط الأطلسيّ، ما دفع جرينلاند باتجاه الغرب بعيداً عن شمال أوروبا، وأطلق سيلان مجارٍ ضخمة من الحمم البازلتيّة؛ ويمكننا أن نرى بقايا هذه الحمم في إيرلندا واسكوتلاندا وإيسلاندا وجرينلاند.

إنّ القوى المكوِّنة للجبال والمولّدة بفعل التصادمات القارّيّة، التي بدأت في نهاية الدهر الوسيط، قد بلغت ذروتها في رفع النظام الجبليّ الألبيّ الهيمالاييّ. وفي الوقت نفسه، تدفّقت كميّات هائلة من البازلت فوق سهول شمال شرق الهند ترافقت مع التحام شبه القارّة الهنديّة الحديثة التكوين بآسيا، بعد انفصالها عن أفريقيا في العصر الطباشيريّ. وفي نصف الكرة الجنوبيّ، انفصلت أخيراً قارّة القطب الجنوبيّ عن أستراليا، وزاحت القارّتان بعيداً الواحدة عن الأخرى، بعد انفصالهما ككتلة واحدة عن جوندواناﻻند في الدهر الوسيط.

وفي العصر الحديث السابق، ساد مناخ شبه إستوائيّ ورطب على كافة أنحاء أميركا الشماليّة وأوروبا. وفي الولايات المتّحدة، عاشت أشجار النخيل والتماسيح حتى داكوتا في الشمال، في حين أنّ غابات المناطق المعتدلة غطّت المناطق القريبة من القطب الشماليّ في جرينلاند وسيبيريا، وقد طغت فيها أشجار السكويّة[7] الجبّارة والأشجار المعبلة الأوراق مثل الزّان والكستناء والدّردار. وفي ألاسكا، انتشرت في هذا المناخ الحارّ السيكاسيات[8] وأشجار المغنولية[9] والتين.

واستمرّ التطوّر السريع الذي جاء برتب جديدة من الثدييات والذي كان قد بدأ في العصر الحديث الأسبق (أو الباليوسين). وظهرت أشكال سلفيّة من الحصان ووحيد القرن والجمل وغيرها من المجموعات الحديثة، مثل الخفافيش والرئيسات والقوارض الشبيهة بالسناجب، في أوروبا وأميركا الشماليّة في وقت واحد. وكان الكثير من هذه الحيوانات صغير الحجم بشكل لافت، مقارنة بالأشكال الحاليّة. فلم يتجاوز علوّ الحصان الأوّل ٣٠ سنتيمتراً، وكان يحمل ثلاث أصابع في قدميه الخلفيّتين وأربع أصابع في قدميه الأماميّتين. وكانت لواحم ذلك العصر، المعروفة بذوات الأسنان، الجذْل الذي تطوّرت منه في ما بعد الكلاب والسنّوريّات الحاليّة. وشهد القسم الأخير من العصر الحديث السابق أوّل تلاؤم للثدييات على الحياة في البحر. وقد وُجدت عظام مستحفرة لحيوان شبيه بالحوت من العصر الحديث السابق في جنوب الولايات المتحدة ومصر وأوروبا. وقد تجاوز طول أكبر هذه الحيوانات ١٥ متراً، لكنّها لم تكن كبيرة بما فيه الكفاية لتنجو من أسماك القرش، التي كان لبعض أنواعها في ذلك الزمان فكّان يصل عرضهما إلى ١,٨ متر.

العصر الحديث اللاحق، أو العصر الضّحَويّ (Oligocene Epoch)

العصر الحديث السابق هو القسم الثالث من العصر الثّلثي في الدهر الحديث، ويمتدّ من حوالى ٣٨ مليون إلى ٢٤ مليون سنة خلت. على غرار العصر الحديث السابق، الذي سبقه، والعصر الثّلثي الأوسط الذي تلاه، تمّ تحديد العصر الحديث اللاحق وفقاً للنسبة المئويّة لأنواع المحارّ الحديثة (١٠٪ – ١٥٪) الموجودة في الطبقات العائدة لهذا الزمن.

---

(٧) أشجار سكويّة: شجر حرجيّ من الفصيلة الصنوبريّة يكثر في كاليفورنيا ويبلغ طوله في كثير من الأحيان ١٠٠ متر.

(٨) السيكاسيات: نبتة من فصيلة عاريات البذور شبيهة بالنخل.

(٩) أشجار مغنوليّة: نوع من النبات جميل الورق والزهر.



السيزموسوروس Seismosaurus: أحد أكبر الديناصورات المعروفة. يُعتقد أنّ طوله كان يصل إلى ٤٥م، وأنّه كان يقتات على النباتات فقط. أبرز أعدائه الديناصورات الآكلة للّحم مثل تلك المنتمية لفصيلة التيرانوسوروس Tyrannosaurus. وقد انقرضت كلّ الديناصورات منذ ٦٥ مليون سنة، ولا يعلم العلماء السبب على وجه التحديد. فبعضهم يعتقد أنّ كويكباً اصطدم بالأرض وأشعل حرائق في مختلف أنحاء العالم، وأنّ الغبار الناجم عن الاصطدام، والدخان الناجم عن الحرائق شكّلا طبقة في الجوّ عزلت ضوء الشمس، فانخفضت درجات الحرارة على الكوكب وماتت النباتات التي كانت تقتات عليها الديناصورات.

الدينوصورات
(حيوانات ما قبل التاريخ)

الدينوصورات زواحف منقرضة عاشت بين ٢٣٠ مليون سنة و٦٥ مليون سنة خلت. وقد ظهر تعبير الدينوصور، لأوّل مرّة، في العام ١٨٤٢ على يد عالم التشريح البريطاني السير ريتشارد أوين. والتعبير مشتقّ من كلمتين يونانيتين: دينوس Deinos، وتعني هائلاً أو رهيباً، وسوروس Sauros، وتعني عظاءة[1]. وخلال أكثر من ١٤٠ مليون سنة، سادت الدينوصورات على غيرها من حيوانات الأرض.

وقد ميّز أوين الدينوصورات عن سائر زواحف ما قبل التاريخ، كون أقدامها كانت منتصبة بدلاً من أن تكون منمدّدة؛ وكون الحوض، أو عظم الورك، كان مدعوماً بثلاث فقرات من العمود الفقريّ أو أكثر. وتقسم الدينوصورات إلى رتبتين: عظائيّات الحوض Saurischia وطيريّات الحوض Ornithischia. وما يزال الكثير من عظام الدينوصورات محفوظاً في ترشبات تعود إلى الدهر الوسيط (الميسوزويّ)، المعروف أيضاً بزمن الحيوانات الوسطى أو زمن الزّواحف. وينقسم الدهر إلى ثلاثة عصور: الترياسيّ بين ٢٤٠ مليون سنة إلى ٢٠٨ ملايين سنة خلت، والجوراسيّ بين ٢٠٨ ملايين سنة و١٤٤ مليون سنة خلت، والطباشيريّ بين ١٤٤ مليون سنة و٦٥ مليون سنة خلت.

تعود أقدم إشارات التاريخ المعروفة إلى عظام الدينوصورات، إلى القرن الخامس قبل الميلاد. فبعض العلماء يعتقد أنّ المؤرّخ اليوناني هيرودوتس كان يشير إلى هياكل وبيوض دينوصوريّة متحجّرة، حين تحدّث عن مشاهدته حيوانات الجريفين Griffin - وهي وحوش أسطوريّة كان يُعتقد أنّها مزيج من النّسور والأسود - تحرس أعشاشاً في آسيا الوسطى. ويُعتقد أنّ إشارة نصّ صينيّ يعود إلى القرن الثّالث بعد الميلاد إلى «عظام التنانين»، هي في الواقع إشارة إلى عظام الدينوصورات.

بدأ علماء الحياة القديمة Paleontologists بدراسة عظام الدينوصورات، لأوّل مرّة، في بداية القرن التاسع عشر بُعيد اكتشاف عظام ناقصة لدينوصوري الميجالوسوروس Megalosaurus والإيجواندون Iguandon في بريطانيا. وقد دلّت أشكال العظام إلى أنّ هذين الحيوانين كانا كبيرين جدّاً ويعيشان على اليابسة. وقد دلّت أسنان الميجالوسوروس المحدّدة والمسنّنة إلى أنّ هذا الحيوان كان آكلاً للّحوم؛ فيما أشارت أسنان الإيجواندون المسطّحة إلى أنّ الحيوان كان يقتات على النّباتات. وقد عاش الميجالوسوروس خلال العصر الجوراسيّ، والإيجواندون خلال العصر الطباشيريّ المتأخّر. ولاحقاً خلال القرن التاسع عشر، درس علماء الحياة القديمة المزيد من هياكل الدينوصورين العظميّة، بعد اكتشاف بقايا أكثر اكتمالاً في ولاية نيوجيرسي الأميركيّة. ومن خلال الاكتشافات الجديدة، تمكّنوا من تحديد أنّ هذين الدينوصورين كانا يمشيان على قدمين وليس أربع، كما كان الاعتقاد سائداً قبل ذلك.

وفي أواخر القرن التاسع عشر وبدايات القرن العشرين، تطوّر علم الحياة القديمة فتوسّع البحث عن بقايا هذه الحيوانات حول العالم، فاكتُشفت أنواع جديدة من الدينوصورات. وفي الوقت الحاضر، عرف العلماء حوالى ٣٠٠ نوع مختلف من الدينوصورات، وقد تمّ تحديدها من بقايا عظميّة وُجدت على كلّ القارّات، إضافة إلى جزر جرينلاند ومالاجاسي (مدغشقر) ونيوزيلاندا.

أصل الدينوصورات

يعود أقدم دليل معروف على وجود الدينوصور إلى حوالى ٢٣٠ مليون سنة خلت، ويضمّ أنواعاً بدائيّة من عظائيّات الحوض وطيريّات الحوض. ويُشير هذا الدليل إلى أنّ أقدم الدينوصورات ظهرت منذ ٢٤٠ مليون سنة خلت، ولم يتجاوز طولها ٥.٠م، واقتاتت على الحيوانات الصغيرة والنباتات الطريّة. فاليورابتور Eoraptor كان بطول متر واحد، وهو من أقدم عظائيّات الحوض وكانت له جمجمة بدائيّة. أمّا الهيريراسوروس Herrerasaurus، فكان بطول ٣م ووزنه ٢٥٠ كغ، وهو من عظائيّات الحوض الآكلة للّحوم، لكنّ حوضه كان بدائيّاً.

الموطن

كانت البيئة على وجه الأرض في زمن الدينوصورات مختلفة تماماً عمّا هي عليه اليوم. فاليوم كان أقصر ممّا هو عليه حالياً بدقائق عدّة، وذلك لأنّ تأثير جاذبية الشمس والقمر على الأرض قد أبطأ حركة كوكبنا منذ زمن الدينوصورات إلى اليوم. ولم تكن أشعة الشمس بالقوّة التي هي عليها اليوم، فالعلماء يعتقدون أنّ الشمس قد ازدادت توهّجاً مع مرور الوقت.

ومن الخصائص البيئيّة الأخرى، ما يمكن ردّه إلى اعتبارات لها علاقة بغلاف الأرض الجوّي. ثاني أوكسيد الكربون، وهو غاز يحجز حرارة الشمس داخل الغلاف الجويّ في ما يسمّى ظاهرة الدفيئة Greenhouse Effect، كان متوافراً في الهواء بأضعاف مضاعفة خلال زمن الدينوصورات مقارنة بما هو عليه اليوم. ولذلك، كانت درجات الحرارة على سطح الأرض أعلى ممّا هي عليه اليوم، بحيث لم تتشكّل طبقات جليديّة قطبيّة.

وكان توزّع القارّات والمحيطات مختلفاً جداً آنذاك. ففي بداية زمن الدينوصورات، كانت القارّات مندمجة في قارّة عملاقة تسمّى بانجيا، ويعني اسمها «كلّ اليابسة»، فيما كانت

---

(١) عظاءة: سحليّة، سقّاية.

المحيطات تشكّل محيطاً واحداً شاسعاً يسمى بانتالاسا، أي «كلّ البحار». ومنذ حوالى ٢٠٠ مليون سنة، دفعت حركات قشرة الأرض القارة العملاقة إلى التفكّك إلى كتلتين، شمالية وجنوبيّة، ما لبثتا أن تفكّكتا بدورهما إلى القارّات التي تعرفها اليوم مع نهاية زمن الدينوصورات.

نتيجة لتحرّكات قشرة الأرض، كانت الأراضي الواقعة عند خطّ الاستواء أقلّ بكثير ممّا هي عليه اليوم؛ وكانت بمجملها صحاريَ نتجت عن المناخ الدافىء الناجم عن ظاهرة الدفيئة. ولم تكن المناطق المداريّة بيئة غنيّة، كما هي اليوم. ولذلك يعتقد أنّ النباتات والحيوانات ازدهرت في المناطق المعتدلة شماليّ خطّ الاستواء وجنوبه.

وأبرز الفروقات بين بيئة عصر الدينوصورات والبيئة اليوم، اختلافُ الكائنات الحيّة. فخلال الدهر الوسيط (الميسوزويّ)، كان عدد أنواع الحيوانات والنباتات أقلّ من نصف العدد المعروف حاليّاً. فالأدغال والأشجار كانت المصدر الرئيسيّ لطعام الدينوصورات، بدلاً من الأعشاب التي يرعاها معظم حيوانات اليوم. وعلى الرغم من ظهور نباتات مزهرة خلال زمن الدينوصورات، لم يحمل إلّا القليل منها ثماراً.

وكانت عمليّات الاستقلاب[١] Metabolism أبطأ لدى حيوانات ذلك الزمن، كما أنّ أدمغة هذه الحيوانات كانت أصغر حجماً، ما يوحي بأنّ الحياة كانت بطيئة وأنماط حيوات الحيوانات كانت بدائيّة. وقد ظهرت أولى الحيوانات النشطة – كالنّمل والزنابير والعصافير والثدييّات – في زمن الدينوصورات، لكنّها لم تكن منتشرة بوفرة كما هو الوضع اليوم.

الدينوصورات عظائيّة الحوض

تميّزت الدينوصورات عظائيّة الحوض بحوضها البدائي المؤلّف من عظمتين، تمتدّ كلّ واحدة منهما من أحد الوركين إلى أسفل من الخلف. وكان تركيب الحوض شبيهاً له في زواحف بدائيّة أخرى، لكنّ الدينوصورات عظائيّة الحوض امتازت على هذه الزواحف بعمودها الفقري الصّلب وعدم وجود مخالب على الأصابع الخارجيّة الأماميّة وطرفين أماميّين أقصر بكثير من الطّرفين الخلفيّين.

ثنائيّات القدم Theropods

كانت جميع ثنائيّات القدم تقريباً أكلات للّحوم. وامتازت هذه الحيوانات بأنّها كانت تمشي على القدمين الخلفيّتين. ويبلغ طول بعضها ١٢ م ووزنها ٥ أطنان، لا سيّما التيرانوسوروس ريكس Tyrannosaurus Rex الذي عاش في العصر الطباشيريّ. وفي ثنائيّات القدم العملاقة، كان الفكّ والأسنان مهيّأة لتمزيق الضحايا. وتظهر آثار الأقدام المحفوظة في الأحافير أنّ ثنائيّات القدم كانت تجري بسرعة أكبر من الدينوصورات آكلة النباتات، كما أنّها كانت أكثر تصميماً في سيرها. وكان بعض ثنائيّات القدم كالكومبسوجناثوس Compsognathus أصغر حجماً وأكثر رشاقة وبنيتُه شبيهة ببنية الطيور سريعة الجري المعاصرة كالجوّاب[٣] Roadrunner. وكان الرأس في هذه الحيوانات نحيلاً ومزوّداً بمنقار أحياناً كثيرة، ما يدلّ إلى أنّ هذه الحيوانات اقتاتت على الحيوانات الصغيرة كالعظاءات والدينوصورات الصغيرة. وكان لبعضها أدمغة شبيهة بأدمغة الدجاج والأبوسوم[٤] في عصرنا الحاضر.

وحملت حيوانات أخرى من ثنائيّات القدم، واسمها الكواسر Raptors، مخالبَ قويّة كمخالب النسر على أطرافها الأربعة، واستخدمت أذيالها اللّينة للحفاظ على توازنها أثناء التفافها حول نفسها. ويُعتقد أنّ هذه الحيوانات كانت تصطاد ضمن مجموعات. ويعتقد الكثير من علماء الحياة القديمة أنّ الطيور نشأت من ثنائيّات القدم الصغيرة والبدائيّة نفسها التي تعتبر أسلافاً للكواسر. وقدّم لهذه النظريّة الدعم، اكتشافُ عشّ لثنائيّ القدم المعروف بالأوفيرابتور Oviraptor في صحراء جوبي. وقد وُجدت في العش أوفيرابتور أنثى متحجّرة جالسة على حوالى ١٥ بيضة، وتشبه في جلستها هذه جلسات الطيور المعاصرة على بيوضها.

الدينوصورات طيريّات الحوض

في طيريّات الحوض البدائيّة، كانت البنية العظميّة النّازلة من الخلف على كل طرف من طرفي الورك، مؤلّفةً من عظمتين، فبدا الورك شبيهاً بورك الطيور. وكانت طيريّات الحوض الأولى الآكلة للنباتات تمشي على قدمين بطول متر واحد تقريباً.

الانقراض

لا يتّفق العلماء على سبب انقراض الدينوصورات. فإحدى النظريّات تقول إنّ الدينوصورات زالت من الوجود بسبب تغيّرات بيئيّة نتجت عن اختفاء البحار الضّحلة من على وجه القارّات مع نهاية زمن الدينوصورات. ويرى أصحاب هذه النظريّة أنّ أعداد الدينوصورات وأنواعها تضاءلت مع مرور ملايين السنوات.

وتفترض نظريّة أخرى أن كويكباً أو مذنّباً اصطدم بالأرض، فدمّر بيئة الكوكب وسبّب انقراض الدينوصورات. وقد اكتشف العلماء فوهة مطمورة ناتجة عن اصطدام كويكب أو مذنّب بالأرض، وذلك في شبه جزيرة يوكاتان في المكسيك. وقد وجدوا أيضاً رذاذاً ناتجاً عن هذا الإصطدام في مناطق مختلفة من أميركا الشماليّة ومناطق أخرى من العالم. ومع تحليل هذه الفوهة والرذاذ بطريقة القياس الإشعاعيّ Radiometry، وبمقارنة المعلومات بالأحافير الدينوصوريّة وإخضاع هذه الأخيرة للقياس الإشعاعيّ، وجد العلماء أنّ الاصطدام وانقراض الدينوصورات حصلا في الزمن نفسه تقريباً.

(٢) الإستقلاب: مجموع العمليّات الكيميائيّة التي تحدث داخل الكائنات الحيّة ويتحوّل بموجبها الطّعام إلى طاقة.
(٣) الجوّاب: طائر أميركي سريع.
(٤) الأبوسوم: حيوان أميركيّ من فصيلة الجرذان الجرابيّة يتظاهر بالموت حين يحدق خطر الموت به.



ويُعتقد أنّ الحرائق التي نتجت عن الاصطدام، ألهبت غابات أميركا الشمالية والجنوبية؛ والدليل على ذلك كميات الرماد الكبيرة العائدة إلى تلك الفترة والتي وجدت بكثرة في القارتين. ويعتقد أنّ الغبار الناتج عن الاصطدام حجب ضوء الشمس في سائر أنحاء الأرض لشهور عدة؛ وأنّ الكبريت الحارق الناتج عن الصدمة وبخار المياه والكلورين الناتجين عن المحيطات، تجمّعت في الغلاف الجوّي لتهطل على شكل مطر حمضي. وأغلب الظن أنّ احتجاب ضوء الشمس والمطر الحمضي أوقفا نموّ النباتات، فماتت الديناصورات الآكلة للنبات من الجوع، وتلتها الديناصورات الآكلة للّحوم المعتمدة عليها مصدراً للغذاء. أمّا الحيوانات الأخرى، كالضفادع والعظاءات والسلاحف الآكلة للحشرات والثدييات، فاستمرت كلّها، لأنها كانت تعتمد في غذائها على حيوانات آكلة للمواد النباتية المتحلّلة. ويؤكّد استمرار وجود هذه الحيوانات أنّ معظم سطح الأرض لم يتجمّد بفعل احتجاب ضوء الشمس.

دراسة الديناصورات

توجد بقايا الديناصورات، غالباً، مدفونة في ترسّبات على اليابسة، وتكثر في المناطق حيث ترسّبات الغرين الخشن (الطمي) والرمل الناتجة عن أنهار الدهر الوسيط (الميسوزوي) تكون مكشوفة. ويسهل اكتشاف البقايا في المناطق الوعرة الجرداء حيث الترسّبات غير مغطّاة بالتربة. ويتضمّن البحث والتنقيب عن البقايا الكبيرة، وسائل مضنية تهدف إلى الحفاظ على البقايا من الضرر. ولم يتمكّن العلماء من التعرّف بشكل كامل إلّا على ١٠٪ فقط من أنواع الديناصورات التي عاشت يوماً على وجه الأرض، وذلك من بين حوالى ٣٠٠٠ عيّنة تمّ جمعها إلى اليوم، وحوالى ٥٠ هيكلاً عظمياً كاملاً من بين ٣٠٠ نوع مكتشف من أنواع الديناصورات.

وتدلّ أشكال عظام الديناصورات على كيفية تعامل هذه الحيوانات مع بعضها البعض، وعلى شكل الجسم ووزنه وتموضعه. وتدلّ أضلاع العظام والفجوات فيها على قوّة العضلات وتكيّفها، فيما تدلّ حلقات العظام على سرعة النمو. وتدلّ العظام المريضة أو المكسورة أو المقضومة، على الأخطار التي تعرّضت لها الديناصورات. وتدلّ تجويفات العظام على شكل الدماغ والحبل الشوكي والأوعية الدموية. وتدلّ العُظيمات Ossicles الحشاشة في الجمجمة على شكل العين وبؤبؤها. ويدلّ تركيب الجمجمة والمحتويات المتحجّرة لمنطقة البطن، على عادات الحيوان الغذائية.

وما يزال بعض الجزيئات العضوية محفوظاً في العظام بكميات ضئيلة جداً. ومن دراسة نظائر الذرّات داخل هذه الجزيئات، يحدّد العلماء أنماط انتقال الحرارة داخل جسم الديناصور، ونوعيّة الطعام الذي كان يتناوله، والمياه التي كان يشربها. وتدلّ انطباعات في الترسّبات على بنية الجلد وشكل القدم، فيما تدلّ آثار الأقدام على سرعة الديناصور وعاداته في التنقّل.

وقد اكتشف الأميركيون الكثير من الأحافير الديناصورية المهمّة. فخلال أواخر القرن التاسع عشر، استكشف عالِم الحياة القديمة أوثنيل تشارلز مارش وفريقه، غربيّ الولايات المتحدة، بحثاً عن بقايا ديناصورية. وقد اكتشف مارش وزملاؤه الكثير من الأجناس التي أصبحت شهيرة حتى بين الناس العاديّين، مثل الستيجوسوروس Stegosaurus والترايسيراتوبس Triceratops. وفي بداية القرن العشرين، اكتشف بارنوم براون وتشارلز سترنبرج وأبناء هذا الأخير، أنّ المنطقة المعروفة اليوم باسم حديقة الديناصور الإقليمية في ولاية ألبرتا الكندية، هي أغنى مناطق العالم بالبقايا الديناصورية. وقد غطّى المحسن أندرو كارنيجي تكاليف التنقيب عن بقايا ديناصورية في المقلع الجوراسي في ولاية يوتا الأميركية، والذي تحوّل إلى المَعْلم الوطني للديناصورات. وبدءاً من العام ١٩٢٢، قاد روي شابمان أندروز أكثر من فريق إلى منجوليا، فاكتشفوا بيوضاً ديناصورية. ولاحقاً، اكتشف عالم الجسيمات الفيزيائية الحائز على جائزة نوبل لويس ألفاريز وابنه الجيولوجي والتر ألفاريز، الدليلَ على اصطدام كويكب أو نيزك بالأرض في الفترة نفسها التي انقرضت فيها الديناصورات. ومن بين العلماء غير الأميركيين، عالِم الحياة القديمة الألماني ورنر جانينش الذي قاد، بدءاً من العام ١٩٠٩، عمليّات بحث منظّمة عن بقايا الديناصورات في أفريقيا الشرقية الألمانية (المعروفة اليوم بتانزانيا)، حيث اكتشف بقايا كاملة للديناصور العملاق المعروف بالبراكيوسوروس Brachiosaurus.

زمن الثدييات

سيطرت الثدييات على الأرض بعد انقراض الديناصورات وغيرها من الزواحف الضخمة، عند حلول نهاية الدهر الوسيط (الميسوزوي). فالدهر الحديث (السينوزوي) الذي ساد بعد الدهر الوسيط يُعرف بزمن الثدييات. وقد بدأ منذ ٦٥ مليون سنة وما يزال مستمراً.

خلال بداية الدهر الحديث، كانت الظروف على الأرض مناسبة للتطوّر السّريع للكثير من أنواع الثدييات. فقد نشأت مواطن جديدة لهذه الحيوانات مع بروز الجبال وجفاف المستنقعات في الأراضي المنخفضة. وبفضل دمائها الدافئة والشعر الذي يغطّي أجسامها، تمكّنت الثدييات من التأقلم بسهولة أكبر، مقارنةً بسائر الحيوانات مع المناخ البارد نسبياً والجاف الذي ساد بداية الدهر الحديث.

تطوّر المشيميات[٥] كانت المشيميات الأولى حيوانات صغيرة اقتاتت على الحشرات بشكل رئيسي. وقد نشأت من هذه الحيوانات، المشيميات الأكبر حجماً الآكلة للنباتات واللحوم.

وقد ظهر أسلاف الكثير من المشيميات المعاصرة في بداية الدهر الحديث، لكنّها كانت أصغر حجماً نسبياً. فالحصان الأوّل، الإيوهيبوس Eohippus، والجمل الأوّل البروتيلوبوس Protylopus، كانا بحجم الثعلب. وكان المياسيس Miacis، أحد أسلاف الكلب والهرّة والدب والذئب، بحجم ابن عرس. أمّا الموريثيريوم Moeritherium، أحد

(٥) المشيمة: غشاء الجنين الذي يخرج معه بعد الولادة.

فيناكودوس Phenacodus حيوان لبون عاش في العصر الحديث اللاحق (الأوليجوسين)



جيرافوكريكس Giraffokeryx حيوان لبون عاش في العصر الثلثي الأوسط أو الميوسين



سينثيتوسيراس Synthetoceras حيوان لبون عاش في العصر الحديث القريب أو البليوسين



أوليجوكيفوس Oligokyphus حيوان لبون عاش في العصر الجوراسي

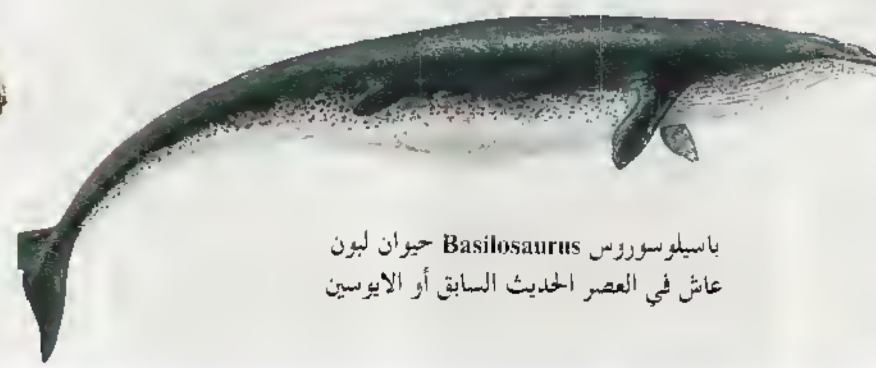




الماموث Mammuthus Trogontherii حيوان لبون عاش في العصر البليستوسين



بروتيلاسينوس Prothylacynus حيوان لبون
عاش في العصر الثلثي الأوسط أو الميوسين



باسيلوسوروس Basilosaurus حيوان لبون
عاش في العصر الحديث السابق أو الايوسين



ماستودونسوروس Mastodonsaurus حيوان من الزواحف عاش في العصر الترياسيّ

ڤيلوسيرابتور Velociraptor دينوصور من آكلة اللحوم، عاش في العصر الطباشيريّ



أسلاف الفيل، فكان بحجم الخنزير ولم يكن له خرطوم أو أنياب. ومن الثدييات التي عاشت خلال بدايات الدهر الحديث: أسلاف القرود والقوارض والسناجب والفئران والقنادس.

مع حلول منتصف الدهر الحديث (السينوزويّ)، كان الكثير من سلاسل الجبال قد أزالته عوامل التعرية، ما رسّب تربة فوقيّة غنيّة في السهول المجاورة. ونمت أنواع جديدة من الأعشاب في السهول الخصبة، فتكاثرت في تلك البيئة أسلاف الحيوانات ذات الحوافر كالحصان والغزال والخنزير والجمل. وكبرت أحجام هذه الحيوانات مع الوقت، مثلاً، كان سلف الحصان بحجم المعزاة. ومع تزايد أعداد ذات الحوافر، تأمّن المزيد من الفرائس للحيوانات المفترسة، وأبرزها في ذلك الوقت الهررة ذات الأسنان المسيفة التي كان واحدها يحمل نابين بارزين مثل سيفين بطول ٢٠ سم يستعملهما في قتل الضحيّة. وفي آسيا وأفريقيا، تطوّر بعض القرود إلى قرود أكبر حجماً. وتضاعفت أنواع وأعداد القوارض، فأصبحت هذه الحيوانات أهمّ الثدييات على وجه الأرض في ذلك الوقت.

ولاحقاً، برد المناخ وبدأ الزمن الجليديّ، وذلك منذ مليوني سنة، واستمر حتى ١٠,٠٠٠ سنة خلت. وخلال الزمن الجليدي، تقدّمت الأنهار الجليديّة، وتراجعت عدّة مرات على مناطق شاسعة على وجه الأرض، وظهرت حيوانات الماموث الضخمة وثقيلة الحركة وحيوانات وحيد القرن المكسوّة بالصوف. وقد ساعدت هذه الحيوانات على العيش في المناخ البارد، جلودُها السميكة المغطّاة بالفرو.

ومع تراجع الأنهار الجليديّة لآخر مرّة منذ حوالى ١٠,٠٠٠ سنة، كانت أنواع عدّة من ثدييات ما قبل التاريخ قد انقرضت. وأهمّ هذه الحيوانات أسلاف الكسلان وحيوانات الماموث والهررة ذات الأسنان المسيفة ووحيد القرن المكسوّ بالصوف.

توزّع الثدييات: منذ حوالى ٢٥٠ مليون سنة، كانت القارّات قد تقاربت في قارّة عملاقة واحدة. ومنذ حوالى ٢٠٠ مليون سنة، بدأت هذه الكتلة الضخمة بالتفكك مجدداً إلى قارّات منفصلة تباعدت ببطء حتى استقرّت في أمكنتها الحاليّة. وقد نشأت المشيميّات في الأجزاء الشماليّة من القارّة العملاقة، ولم تصل إلّا أعداد قليلة من هذه الحيوانات إلى استراليا وأميركا الجنوبيّة، عندما انفصلت هاتان القارّتان عن القارّة العملاقة. ولذلك، تطوّرت الجرابيّات إلى أنواع عدّة في أستراليا وأميركا الجنوبية، كونها لم تجد منافسة على الطعام وأماكن الإقامة، من المشيميّات الأكثر تطوّراً منها. أمّا في القارّات الأخرى، فقد انقرضت الجرابيّات بسبب المنافسة الشديدة من المشيميّات.

وقد تطوّرت أنواع كثيرة من جرابيّات ما قبل التاريخ إلى أشكال شبيهة بمشيميّات معيّنة. ففي أستراليا، نجد حالياً الأبوسوم الشبيه بالقوارض والومبت الشبيه بالخنزير والعفريت التاسماني الشبيه بالذئب. ويشبه الكنغر السريع الجري المشيميّات ذات الحافر التي عاشت سابقاً في سهول أميركا الشماليّة. وقد شابه نوع من الجرابيّات التي عاشت سابقاً في أميركا الجنوبيّة، الهرّ ذا الأسنان المسيفة.

دراسة حيوانات ما قبل التاريخ

يدرس علماء الحياة القديمة (البليونتولوجيّون) حيوانات ما قبل التاريخ، بتفحّص الأحافير التي تُعدّ سجلاً لتاريخ الحياة النباتيّة والحيوانيّة على وجه الأرض. ويقدّم هؤلاء العلماء العون للعلماء الآخرين في دراستهم البيئات التي عاشت فيها حيوانات ما قبل التاريخ.

تفسير دلائل الأحافير: لم تُحفظ حيوانات ما قبل التاريخ بشكل كامل إلّا في حالات نادرة. فالأحافير تضمّ عظاماً أو أسناناً أو أصدافاً، وهي أعضاء تتحلّل ببطء، مقارنةً بالجلود والعضلات وسائر الأعضاء الطريّة. لكنّ العلماء قادرون على استنتاج الكثير عن حيوانات ما قبل التاريخ، بدراسة الأجزاء المحفوظة من هذه الحيوانات.

فالعلماء يبنون استنتاجاتهم عبر مقارنة الأحافير بالحيوانات الحيّة. فهم يقدّرون شكل وحجم الحيوان المحفوظة عظامه في أحفورة، بمقارنة عظامه بعظام حيوان قريب منه. وتساعد هذه المقارنة العلماء على معرفة سبل عيش حيوان ما قبل التاريخ. فحيوان ذو عظم ساق طويل كان يجري بسرعة، وحيوان ذو عظام ساقيّة قصيرة وقويّة كان يحفر الأرض بحثاً عن الطعام. وتدلّ الأسنان الحادة إلى أنّ صاحبها كان حيواناً آكلاً للّحوم، بينما الحيوان ذو الأسنان الكليلة (غير الحادّة) كان حيواناً آكلاً للنبات.

وتشير حيوانات تسمّى أحافير حيّة، إلى بنية وأسلوب حياة الحيوانات المنقرضة. فالأحفورة الحيّة حيوان حيّ مرتبط ارتباطاً وثيقاً بحيوان منقرض. ومن الأمثلة الكويلاكانث Coelacanth، وهو ضرب من الأسماك مفصّصة الزعانف تعيش في السواحل الجنوبيّة الشرقيّة لأفريقيا، وهي لم تتغيّر كثيراً عنها في عصور ما قبل التاريخ.

وقد خلّف بعض مجموعات حيوانات ما قبل التاريخ، أنواعاً بعيدة كلّ البعد عنها. فالعصافير أقرب الحيوانات المعروفة اليوم إلى الديناصورات لناحية بنية العظام.

التطوّر والانقراض: تقدّم دراسة حيوانات ما قبل التاريخ دلائل تدعم نظرية النشوء والتطوّر التي تقول إنّ جميع الكائنات الحيّة تطوّرت ببطء من كائنات أبسط منها، وإنّ الكائنات تتغيّر استجابةً لتغيّر البيئة – أي إنّها تطوّر صفاتٍ خاصّة تزيد من قدرتها على التأقلم مع الظروف الجديدة.

ومع نشوء حيوانات في أزمنة ما قبل التاريخ، انقرضت أخرى. وقد حصلت موجات انقراض كثيفة في فترات عدّة. فالبرمائيّات الضخمة انقرضت مع نهاية العصر الترياسيّ، وانقرضت الديناصورات وغيرها من الزواحف العملاقة مع نهاية الدهر الوسيط (الميسوزويّ)، بينما انقرض الكثير من حيوانات الزمن الجليديّ منذ حوالى ١٠,٠٠٠ سنة.

وقد اختلف العلماء حول أسباب انقراض حيوانات ما قبل التاريخ؛ فبعضهم يرى أن أحداثاً مفاجئة، كاصطدام كويكب بالأرض، خلّفت موجات انقراض واسعة، لكنّ بعضهم الآخر يرى أنّ هذه النظرية لا تفسّر انقراض بعض الحيوانات دون البعض الآخر، وأنّ أسباب الانقراض اختلفت من مجموعة حيوانيّة إلى أخرى. فانخفاض درجات الحرارة ربّما لم يلائم بعض المجموعات الحيوانيّة، كما أنّ مجموعة حيوانيّة معيّنة قد فشلت في منافسة مجموعة أخرى على مصادر الطعام؛ ومجموعة ثالثة قضى عليها المرض. وهكذا باختصار، يرى هؤلاء العلماء أنّ الحيوانات التي لا تتأقلم مع تغيّر الظروف البيئية تنقرض، وأنّ الأنواع المنقرضة أكثر بكثير من تلك المستمرّة إلى اليوم.

دوليكوسوما Dolichosoma حيوان من الزواحف عاش في العصر الكربونيّ





ديمترودون Dimetrodon حيوان من الزواحف عاش في العصر البرميّ

ديميلوس Dimylus حيوان لبون عاش في العصر الثلثيّ الأوسط أو الميوسين



بلاكودوس Placodus حيوان من الزواحف عاش في العصر الترياسيّ





التّيرانوسوروس ريكس Tyrannosaurus Rex: يعني اسمه باللّاتينيّة العظاءة – الطّاغية الملِك. دينوصور كبير كان يمشي على قدمين ويقتات على اللحوم، وينتمي إلى فصيلة العظاءات الطّاغية Tyrannosauridae التي عاش أفرادها في أواخر الدهر الوسيط (الميسوزويّ). كان يبلغ طوله ١٢م وارتفاعه ٦م ويزيد وزنه عن ٥ أطنان، وكانت بُنيته تساعده على افتراس الدينوصورات الضخمة الآكلة للنباتات التي كانت تعيش على أيامه منذ ٧٠ مليون سنة. فجمجمته الطويلة كانت مزوّدة بفكّين قويّين يحملان أسناناً مزدوجة التسنين، وصل طول بعضها إلى ١٥ سم.

وكان طرفاه الأماميّان قصيرين وغير متناسقين مع جسمه الضخم، لكن كلّ طرف حمل مخلبين حادّين. أمّا طرفاه الخلفيّان القويّان فحمل واحدهما ثلاثة مخالب حادّة مشيرة إلى الأمام وحاضرة لتمزيق اللّحوم، ومخلباً رابعاً مشيراً إلى الخلف. وتدلّ الأحافير التي اكتُشفت في أميركا الشماليّة (في ولايتي مونتانا وساوث داكوتا) وفي منچوليا، وذلك في طبقات العصر الطباشيريّ الأعلى، إلى أنّ هذا الدينوصور وُجد وانقرض خلال بضعة ملايين من السنوات، ما يعتبر فترة قصيرة نسبيّاً في سلّم الزمن الجيولوجيّ.

الستيراكوسوروس Styracosaurus: دينوصور من آكلة النباتات، مزوّد بقرن، ذو جسم معتدل الحجم بطول ٥,٥م. وإضافة إلى القرن المنخريّ الطّويل، كان الحيوان يحمل ستة نتوءات حول عنقه. وكان هدب العنق مزوّداً بفتحتين كبيرتين يغطّيهما الجلد، ويُعتقد أنّ دورهما كان تخفيف وزن الدينوصور. وقد عاش هذا الحيوان خلال العصر الطباشيريّ المتأخّر أي منذ ٨٥ مليون سنة. ويعني اسمه العظاءة الشّبيهة بجذع الشجرة.





ترياد وباتراشوس Triadobatrachus حيوان برمائي عاش في العصر الترياسي



پاشيرينوسوروس Pachyrhinosaurus دينوصور من آكلة النباتات،
عاش في العصر الطباشيريّ



پلوراكانثوس Pleuracanthus من الأسماك التي عاشت في العصر الكربونيّ



سوروكتونوس Sauroctonus حيوان من الزواحف عاش في العصر البرميّ



سميلودون Smilodon حيوان لبون عاش في العصر البليستوسين



ميسوسوروس Mesosaurus حيوان من الزواحف عاش في العصر البرميّ



پتيرانودون Pteranodon حيوان من الزواحف عاش في العصر الترياسيّ

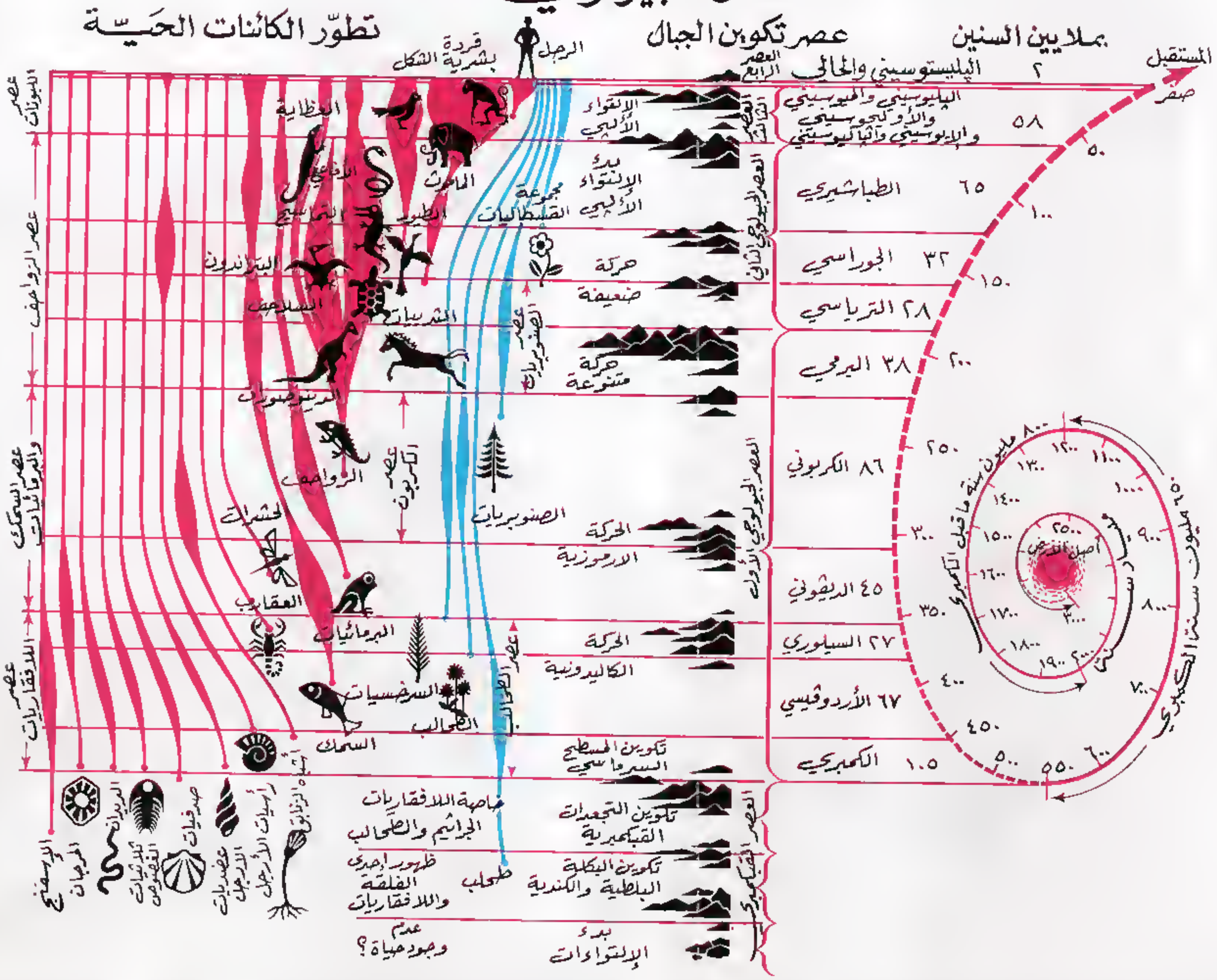


إيوجيرينوس Eogyrinus حيوان برمائيّ عاش في العصر الكربونيّ

جدول الأزمنة الجيولوجيّة

الدهر	العصر		الحدود الزمنية التقريبيّة	الحياة التي ظهرت للمرّة الأولى
الحديث (السينوزويّ)		الحين		
	الرابع	الحالي	١٠ ٠٠٠	
		الحديث الأقرب (البليستوسين)	١ ٦٠٠ ٠٠٠	الانسان
	الثلثي	الحديث القريب (البليوسين)	٥ ٠٠٠ ٠٠٠	
		الأوسط (الميوسين)	٢٤ ٠٠٠ ٠٠٠	
		الحديث اللاحق (الأوليجوسين)	٣٨ ٠٠٠ ٠٠٠	الثدييات العاشبة واللاحمة
		الحديث السابق (الايوسين)	٥٥ ٠٠٠ ٠٠٠	
		الحديث الأسبق (الباليوسين)	٦٥ ٠٠٠ ٠٠٠	
الوسيط (الميسوزويّ)	الطباشيريّ		١٤٤ ٠٠٠ ٠٠٠	الرئيسات – النباتات المزهرة
	الجوراسيّ		٢٠٨ ٠٠٠ ٠٠٠	الطيور
	الترياسيّ		٢٤٠ ٠٠٠ ٠٠٠	الدينوصورات – الثدييات
القديم (الپاليوزويّ)	البرميّ		٢٩٠ ٠٠٠ ٠٠٠	
	الكربونيّ	البنسلفاني	٣٣٠ ٠٠٠ ٠٠٠	الزواحف
		الميسيسيبي	٣٦٠ ٠٠٠ ٠٠٠	غابات السرخس
	الديفونيّ		٤٠٨ ٠٠٠ ٠٠٠	البرمائيات – الحشرات
	السيلوريّ		٤٣٥ ٠٠٠ ٠٠٠	النباتات الأرضيّة الوعائيّة
	الأردوفيسيّ		٥٠٠ ٠٠٠ ٠٠٠	الأسماك – الحبليّات
	الكمبريّ		٥٧٠ ٠٠٠ ٠٠٠	المحار – ثلاثيات الفصوص
القبكمبريّ			٧٠٠ ٠٠٠ ٠٠٠	الطحالب
			١ ٥٠٠ ٠٠٠ ٠٠٠	الخلايا الحقيقيّة النواة
			٣ ٥٠٠ ٠٠٠ ٠٠٠	الخلايا البدائيّة النواة
			٤ ٦٥٠ ٠٠٠ ٠٠٠ وأكثر	
			تكوين الأرض	

التسَلسل الجيولوجيّ



الجيولوجيا

إستمرّت التصادمات بين صفائح القشرة الأرضيّة بالقوّة نفسها منذ العصر الحديث السابق. وفي نصف الكرة الشرقيّ، اصطدمت البقايا الافريقيّة – العربيّة والهنديّة من القارّة العظمى السابقة جوندوانالاند بأوراسيا في الشمال، فأغلقت الطرف الشرقيّ من بحر تيثيس مخلّفة مكانه بقيّة صغيرة، هي البحر المتوسّط. وساهمت قوى التضاغط الناتجة عن التصادم في رفع نظام واسع من السلاسل الجبليّة، من الألب في الغرب إلى الهيمالايا في الشرق. وفي الوقت نفسه، اصطدمت الصفيحة الأستراليّة بالصفيحة الأندونيسيّة، وبدأت الصفيحة الشمالأميركيّة باعتلاء صفيحة الهادىء. وبنتيجة ذلك، حوّلت عمليّة توسّع قاع البحر التي تنشأ من سلسلة جبال شرق الهادىء، إلى اتّجاه متعامد مع محور السلسلة. ونشأ صدع تحوّلي كبير – هو صدع سان أندرياس في كاليفورنيا، الذي يتسبّب بالزلازل – للتكيّف مع هذا الانحراف في الحركة بين الصفيحتين. ومن الآثار الأخرى الناتجة عن الإصطدام، تشكّل البنية الحوضيّة والجبليّة لجنوب غرب الولايات المتّحدة؛ والإرتفاع المتواصل للسييرا نيڤادا، وطفوح كميّة هائلة من الحمم البازلتيّة، التي شكّلت تدريجيّاً هضبة كولومبيا. وبقي المناخ في هذا الحين شبه استوائي ورطباً في كافّة أنحاء أميركا الشماليّة وأوروبا، لكنّ الإتجاه إلى ابتراد تدريجيّ وطويل الأمد كان قد بدأ، وسوف يبلغ ذروته في العصور الجليديّة في العصر الحديث الأقرب.

الحياة

ترسّخت سيادة الثدييّات في العصر الحديث اللاحق على أشكال الحياة البريّة. واستمرّ الحصان، الذي نشأ في أميركا الشماليّة، بالتطوّر في تلك المنطقة. وسكنت ثلاث مجموعات من وحيد القرن العالم القديم والعالم الجديد على حدّ سواء: مجموعة، أصبحت منقرضة اليوم، اشتملت على البالوشيتيريوم الذي عاش في وسط آسيا وبلغ ارتفاعه ٥٫٥ أمتار وطوله ٧٫٦ أمتار، وهو أكبر حيوان ثدييّ عرفته الأرض؛ وعمارة لديّة منقرضة، هي التيتنثيريّات الشبيهة بوحيد القرن، التي كانت تضمّ البرونتوتيريوم وهو أكبر حيوان برّي في أميركا الشماليّة في ذلك الزمن، إذ وصل ارتفاعه عند الكتف إلى ٢٫٤م؛ ومجموعة الشاليكونيريّات، في أميركا الشماليّة وآسيا، التي تميّزت بجمجمة شبيهة بالحصان وجسم شبيه بالجمل ومخالب رقيعة وطويلة.

إنقرضت جمال العصر الحديث اللاحق، التي كانت بحجم الخروف، في أميركا الشماليّة؛ لكنّ بعضها هاجر إلى أميركا الجنوبيّة مع البقّري والتابير (شبيهة بالخنزير). وفي غضون ذلك، رعت قطعان كبيرة من الأوريودون (من سلالة الجمل وشبيهة بالخنزير) في سهول أميركا الشماليّة، وكذلك فعلت ذوات الأسنان الداخليّة («خنازير» عملاقة ذات أصابع متوازية) التي ظهرت أصلاً في هذه القارّة؛ وقد انقرضت المجموعتان في العصر الثلثيّ الأوسط. وكانت الفيلة الأولى حيوانات نصف مائيّة قصيرة عديمة الأنياب والخرطوم، وقد نشأ منها في أفريقيا المَسْتودون (حيوان بائد شبيه بالفيل) الذي لم يكن ارتفاعه قد تجاوز بعد ١٫٥ م. وكانت اللواحم ذوات الأسنان قد تشعّبت لتشكّل الكلاب والسنّوريّات؛ وانقسمت السنّوريّات إلى مجموعتين، تطوّرت من إحداهما السنوريّات المسيّفة الأسنان. وتمثّلت القوارض أيضاً بأنواع كثيرة في ذلك العصر، وشملت الرئيسات حيوانات الترسير والليمور. وأخيراً، وُجدت في الطبقات العائدة للعصر الحديث اللاحق، عظامٌ لسعادين العالم القديم الأولى، إضافة إلى نوع واحد من القرود الكبيرة.

العصر الثلثيّ الأوسط، أو الميوسين (Miocene Epoch)

العصر الثلثيّ الأوسط هو القسم الرابع من العصر الثلثيّ في الدهر الحديث، ويمتدّ من ٢٤ إلى ٥ ملايين سنة خلت.

إنّ ارتفاع السلاسل الجبليّة الكبيرة، الذي بدأ نتيجةً لتصادم صفائح القشرة الأرضيّة في العصر الحديث اللاحق، استمرّ بالقوّة نفسها في العصر الثلثيّ الأوسط. والسلاسل الجبليّة الرئيسيّة التي استمرّت في الإرتفاع هي جبال الألب في أوروبا والهيمالايا في آسيا والسلاسل الجبليّة في الأميركتين. وقد تراكمت الرسابات المنحتّة من سفوح بعض هذه السلاسل الجبليّة في أحواض بحريّة ضحلة، أصبحت في ما بعد الأحواض الغنيّة بالنفط التي نجدها في كاليفورنيا ورومانيا وعلى الشاطىء الغربي لبحر قزوين.

كان مناخ العصر الثلثيّ الأوسط أبرد من مناخ العصر السابق. وقد ترسّخ نظام من التيّارات المحيطيّة الجارية حول الأرض في نصف الكرة الجنوبيّ، وأدّى إلى قطع قارّة القطب الجنوبيّ عن التيّارات الدافئة الجارية في باقي أنحاء العالم. وقد عزّز ذلك تشكّل صفحة كبيرة من الجليد فوق قارّة القطب الجنوبيّ. وفي نصف الكرة الشماليّ، تحوّلت مساحات شاسعة من الأرض كانت مغطّاة في السابق بالغابات الكثيفة إلى مروج عشبيّة. واشتملت حيوانات العصر الثلثيّ الأوسط على عدد من الثدييّات، منها وحيد القرن والجمل والقطّ والحصان. وظهر في هذا الزمن المستوءون والرّاكون وابن عِرس. وعاشت في هذا الحين قرود كبيرة، قريبة لإنسان الغاب، في آسيا والجزء الجنوبيّ من أوروبا؛ وهذه القرود هي أقرب حيوانات العصر الثلثيّ الأوسط للقرود الشبيهة بالإنسان، التي ظهرت للمرّة الأولى في العصر الحديث القريب (البليوسين).

العصر الحديث القريب، أو البليوسين (Pliocene Epoch)

العصر الحديث القريب هو خامس وأحدث قسم من العصر الثلثيّ في الدهر الحديث في جدول الأزمنة الجيولوجيّة، ويمتدّ من ٥ ملايين إلى ١٫٦ مليون سنة خلت. على غرار العصر الثلثيّ الأوسط، الذي سبقه، تمّ تحديد العصر الحديث القريب وتسميته على يد الجيولوجيّ البريطاني السير شارلز لايل، استناداً إلى النسبة المئويّة لأنواع المحار الحديثة الموجودة في السجلّ الأحفوريّ. في غرب أميركا الشماليّة، ساهم انغراز حافّة صفيحة الهادىء التكتونيّة في رفع السييرا نيڤادا وسلسلة الكاسكاد البركانيّة. وفي أوروبا، استمرّت جبال الألب بالإرتفاع مع تغضّن القشرة عبر شقّة واسعة جدّاً من القارّة، بفعل حركة الصفائح التكتونيّة.

وأصبح المناخ أبرد وأجفّ مع اقتراب عصور الجليد في العصر (أو الحين) الحديث القريب. وكانت الثدييّات قد أصبحت منذ زمن بعيد شكل الحياة المسيطر على اليابسة؛ وأدّى التطوّر السريع الذي عرفته مجموعة الرئيسات إلى ظهور أنواع تُعتبر السوالف المباشرة للإنسان الحديث Homo Sapiens.



الألِتْش، أكبر نهر جليدي في الألب: **يقع نهر الألِتْش الجليدي في سويسرا، في جبال فينستيرار. والألتش نهر جليدي، من النوع الذي له وادٍ مركّب، أي أنه مؤلف من ملتقى أنهار عدة جليدية لها وادٍ واحد (وهي أنهار جليدية لها بدن وحيد يجري من حوض التجميع، تحتل الجزء العلوي من الوادي). يصل طول الألتش إلى أكثر من ٢٠ كم، وهو يغطي مساحة تزيد عن ١٠٠ كم².**

نشوء القارات

بانجيا

بانجيا (من اليونانيّة Pangaia بمعنى «كلّ الأرض») هي القارّة الأوّليّة الإفتراضيّة التي اقترحها الأرصاديّ الألماني ألفرد ڤجنر في العام ١٩١٢ كجزء من نظريّة زحزحة القارّات التي جاء بها. وتنصّ هذه النظريّة على أنّ بانجيا تكوّنت من السيال القارّي (قشرة سطحيّة جرانيتيّة) الذي توازنه من الناحية التضاغطيّة، طبقةٌ من المادّة الصخريّة الكثيفة (بَزَلت) تُعرف بالسيما، وتشكّل الجزء العلويّ من غلاف الأرض.

ويفترض ڤجنر أنّ القارّة الأوّليّة غطّت نصف سطح الأرض تقريباً وأحاط بها محيط عالميّ يُعرف بالپانثالاسّا. وفي أواخر العصر الترياسي (٢٤٠ مليون إلى ٢٠٨ ملايين سنة خلت) بدأت بانجيا بالتكسّر، وانقسمت إلى قارّة لوراسيا (المكوّنة من جميع القارّات الشماليّة الحاليّة) وقارّة جوندوانالاند (جميع القارّات الجنوبيّة الحاليّة). وابتعدت القارّتان تدريجيّاً الواحدة عن الأخرى، ما أدّى إلى تشكّل المحيط الأطلسي.

ويُفسّر اليوم انقسام بانجيا بتكتونيّة الصفائح. وتنصّ هذه النظريّة على أنّ قشرة الأرض الخارجيّة (أو الغلاف اليابس) تتألّف من صفائح كبيرة صلبة تتحرّك نسبة لبعضها البعض وتتفاعل عند حافّاتها، حيث تتباعد أو تتقارب أو تتزلق الواحدة بمحاذاة الأخرى فتتجاوزها. وانقسمت بانجيا عند خطّ التباعد بين صفيحتين ونشأ صدع تحت القارّة. ومع ابتعاد قسمَي القارة الواحد عن الآخر، ارتفعت المادّة الصخريّة المصهورة من طبقة الوهن الواقعة تحت قشرة الأرض لتملأ الفراغ، فتكوّن بذلك قاع حوض المحيط الأطلسي الجديد.

لوراسيا

لوراسيا هي كتلة قارّيّة افتراضيّة في نصف الكرة الشماليّة ضمّت أميركا الشماليّة وأوروبا وآسيا (باستثناء شبه الجزيرة الهنديّة). وقد افترض وجودَها الجيولوجيّ الجنوبإفريقيّ ألكسندر دو توا في كتاب «قارّاتنا المرتحلة» (١٩٣٧)، وهو صياغة جديدة لنظريّة زحزحة القارّات التي تقدّم بها الأرصاديّ الألمانيّ ألفرد ڤجنر.

وقد افترض ڤجنر وجود قارّة عظمى واحدة هي البانجيا، بينما نصّت نظريّة دو توا على وجود كتلتين قارّيّتين كبيرتين: لوراسيا في الشمال وجوندوانالاند في الجنوب، ويفصل بينهما محيط يُعرف بتيثيس. ويُعتقد أنّ لوراسيا قد تجزّأت إلى القارّات الحاليّة في الدهر الوسيط (من حوالى ٢٤٥ مليون إلى ٦٦,٤ مليون سنة خلت).

جوندوانالاند

جوندوانالاند هي كتلة قارّيّة قديمة، تألّفت من قارّات أميركا الجنوبيّة وأفريقيا واستراليا وانتاركتيكا الحاليّة إضافة إلى شبه الجزيرة الهنديّة. ويُعتقد أنّ جوندوانالاند قد وُجدت على هذا الشكل مرّتين على الأقلّ: منذ حوالى ٣٥٠ مليون سنة ومنذ حوالى ٢٠٠ مليون سنة. وبين هاتين الفترتين، شكّلت على الأرجح القارّات السبع الحاليّة كتلة قارّيّة واحدة تُعرف بالبانجيا.

وكان الجيولوجيّ النمساويّ إدوارد سويس أوّل من تقدّم، في سنة ١٨٨٥، بالفكرة القائلة إنّ القارّات الجنوبيّة قد شكّلت في وقت من الأوقات قارّة عظمى. فقد لاحظ أنّ القارات الجنوبيّة الأربع تحمل جميعها تراكمات جليديّة متشابهة وأحافير، تعود إلى نهاية العصر الكربونيّ وبداية العصر البرميّ (حوالى ٢٩٠ مليون سنة خلت). ولا نجد هذه التراكمات الجليديّة والأحافير في القارّات الشماليّة. وقد أطلق على هذه الكتلة القارّيّة القديمة اسم جوندوانالاند نسبة لمنطقة في وسط الهند، تظهر فيها المعالم الجيولوجيّة النموذجيّة المميّزة للعصرين البرميّ والكربونيّ.

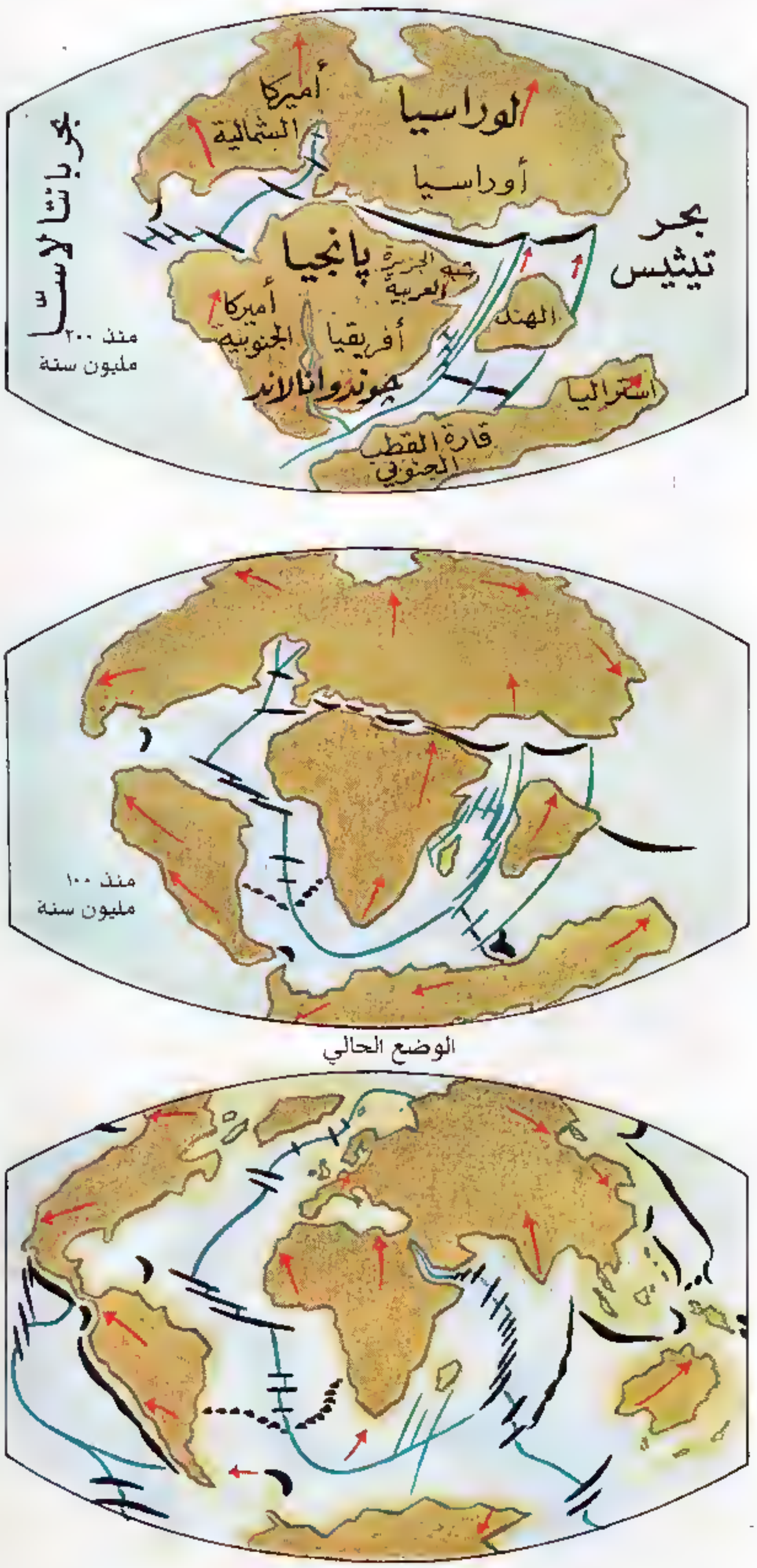
كانت أستراليا في ما مضى جزءاً من الكتلة القارّيّة الضخمة جوندوانالاند، التي شكّلت قبل ذلك جزءاً من القارّة العظمى پانجيا. ويعود القسم الأكبر من تاريخ أستراليا الجيولوجيّ إلى عهد قديم جدّاً؛ ويتراوح عمر أقدم التكوينات الصخريّة المعروفة بين ٣ بلايين و٤,٣ بلايين سنة.

وتمتدّ الهضبة الكبيرة الواقعة في غرب استراليا فوق ترس مستقرّ شاسع مكوّن من الصخور البركانيّة والمتحوّلة القبكمبريّة، التي يتراوح عمرها بين ٥٧٠ مليون سنة و٣ بلايين سنة. وتشكّل هذه الصخور قلب القارّة القديمة، التي انفصلت مع قارّة القطب الجنوبيّ عن جوندوانالاند خلال العصر الجوراسيّ، منذ أقلّ من ٢٠٠ مليون سنة، وبدأت تزيح باتجاه الشرق؛ وبدأت أستراليا تتخذ شكلها الحاليّ في العصر الفجريّ (الحديث الأسبق)، منذ حوالى ٥٠ مليون سنة، عندما انفصلت عنها قارّة القطب الجنوبيّ وزاحت باتجاه الجنوب.

وقد تراكمت الصخور الرسوبيّة السميكة التي تشكّل السلسلة القاسمة الكبيرة في تقعيرة هائلة ذات اتجاه شماليّ جنوبيّ، خلال فترة غطّت معظم الدهر القديم (٥٧٠ مليون إلى ٢٢٥ مليون سنة خلت).

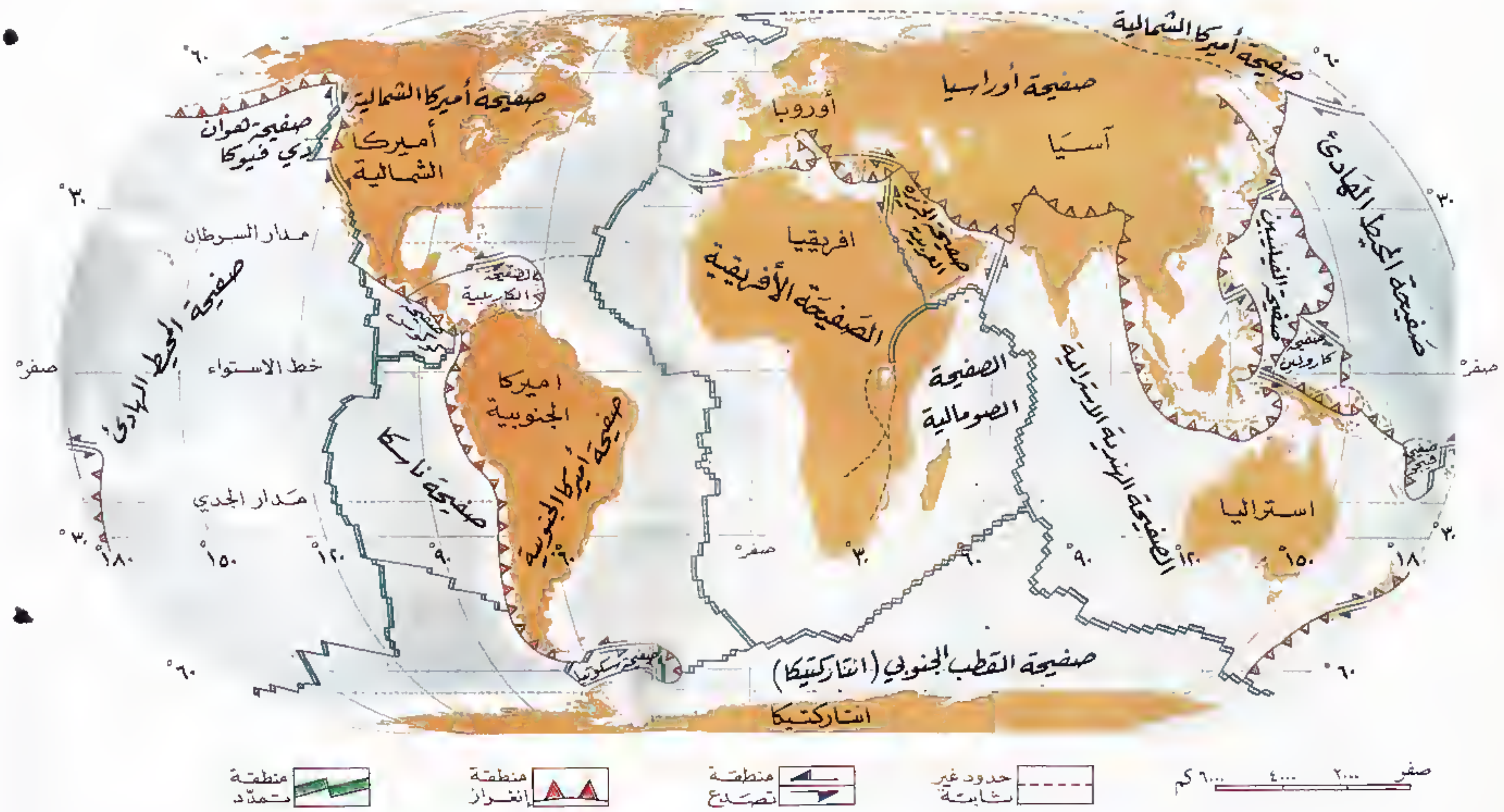
وقد غضّنت القوى الضاغطة هذه الصخور مرّتين على الأقلّ في الدهر القديم، وكوّنت سلاسل جبليّة وسلاسل بركانيّة.

شكّلت أنتاركتيكا (قارّة القطب الجنوبيّ) الجزء المركزيّ من القارّة العظمى جوندوانالاند. ومع تكسّر جوندواناالاند في الدهر الوسيط المتأخر والدهر الحديث الباكر (منذ حوالى ١٠٠ مليون سنة) لتشكيل قارّات نصف الكرة الجنوبيّ، زاحت أنتاركتيكا بعيداً عن المنطقة المداريّة إلى موقعها القطبيّ الحاليّ.



سلاسل الجبال (أخضر)، الصدوع (أسود)، اتجاه التحرّك (أحمر).

الصَفائح التكتونية



تكتونيّة الصفائح

تكتونية الصفائح نظرية تفسّر أصل معظم المعالم الكبرى على سطح الأرض. فعلى سبيل المثال، تفسّر هذه النظرية سبب ظهور معظم البراكين في أماكن دون غيرها، وسبب وجود سلاسل جبال عالية وخنادق عميقة في المحيطات، وطريقة تكوّن الجبال.

وتقول هذه النظرية إنّ للأرض قشرة خارجية، مكوّنة من حوالى ٣٠ قطعة صلبة تُعرف بالصفائح التكتونية. وبعض هذه الصفائح ضخم جدًّا؛ فمعظم المحيط الهادىء، مثلاً، يغطي صفيحة واحدة.

تتحرك الصفائح على طبقة من الصخر ساخنة جدًّا، بحيث أنها تسيل بالرغم من بقائها صلبة. وتتحرك الصفائح ببطء شديد، الواحدة بالنسبة إلى الأخرى. وتتحرك بسرعات قد تصل إلى حوالى ١٠ سنتيمترات في السنة.

تتحرك الصفائح منذ مئات ملايين السنين. لذا، فبالرغم من سرعاتها المنخفضة جدًّا، قطع بعضها مسافات شاسعة. والحقيقة هي أنّ حركة الصفائح قد غيّرت وجه الأرض إلى حدّ بعيد، طوال مئات ملايين السنين الماضية. وقد وجد علماء الأرض أنّه، قبل حوالى ٢٠٠ مليون سنة، شكّلت جميع القارّات الحالية قارّة واحدة كبرى تُعرف بالپانجيا.

بنية الصفائح التكتونية

تتكوّن الصفائح التكتونية من قشرة الأرض والجزء الخارجيّ من الغلاف. والقشرة هي الطبقة الخارجية من الأرض، وهي صخرية التكوين وقليلة السمك. ويشكّل كلّ الأرض اليابسة وقاع المحيطات وأحواض ومجاري كافة الأجسام المائية على سطح الأرض، جزءاً من القشرة. أمّا الغلاف فهو طبقة سميكة من الصخر الحارّ، ممتدّة تحت القشرة وفوق النواة (كرة كثيفة في وسط الأرض). تشكّل القارّات جزءاً من أعلى الصفائح، لذا فعندما تتحرك الصفائح، تتحرك القارّات معها. وليس للصفائح التي تحمل القارّات الحدودُ نفسها التي للقارّات؛ فهي تشمل القارّات وقاع المحيط على حدّ سواء.

يبلغ سُمك الصفائح نموذجياً حوالى ١٠٠ كيلومتر. ولكنّ سمكها لا يتجاوز ٨ كيلومترات في بعض الأماكن من قاع المحيط، ويفوق ٢٠٠ كيلومتر تحت بعض أجزاء من القارّات.

وتشكّل الصفائح بمجملها غلاف الأرض اليابس، أو القشرة الأرضية. وتُعرف طبقة الغلاف، الممتدّة تحت الصفائح مباشرة، بطبقة الوهن. وتتراوح درجة حرارة الصخر في هذه الطبقة بين ١٣٠٠° و٢٠٠٠° مئوية.

التفاعلات بين الصفائح

مع تحرك الصفائح التكتونية فوق منطقة الوهن، تتفاعل الواحدة مع الأخرى عند الحدود التي تفصل بينها. وتجد ثلاثة أنواع من الحدود: (١) المتباعدة، حيث تبتعد الصفائح الواحدة عن الأخرى؛ (٢) المتقاربة، حيث تتحرك الصفائح الواحدة باتجاه الأخرى؛ و(٣) المتحوّلة، حيث تنزلق الصفائح الواحدة بمحاذاة الأخرى.

تكون **حدود الصفائح المتباعدة**، في معظمها، في قاع المحيطات، حيث يخلق انفصال الصفائح، أو التصدّع، القشرة الأرضية. ويخلق التصدّع في القارّات فرجات؛ تجري فيها المياه لتشكيل شبكات نهرية كبرى وبحيرات وحتى محيطات.

يؤدّي انشقاق قاع المحيط إلى اتّساع القاع. فالصهارة (الصخر السائل) ترتفع من منطقة الوهن، وتسدّ الفرجة بين الصفائح المتباعدة. ثمّ تتصلّب الصهارة مشكّلة كميات متساوية من القشرة على حافّتي الصفيحتين. وتُعرف عملية انفصال الصفائح وتكوّن قشرة جديدة، بتمدّد قاع البحر. وتخلق هذه العملية نحو ٢,٤ كم² من قاع المحيط، كلّ سنة.

ويولّد التراكم التدريجيّ للقشرة المحيطيّة على حدود الصفائح، سلاسلَ جبال طويلة تحت سطح البحر؛ ويتكوّن بعض هذه السلاسل الجبلية على طول وسط أحواض المحيطات، فتُعرف بسلاسل جبال وسط المحيط. وتمتدّ إحدى هذه السلاسل المعروفة بسلسلة جبال وسط الأطلسيّ، من المياه شرق نيو فوندلاند في كندا إلى منطقة قبالة الطرف الجنوبيّ لأميركا الجنوبية.

تحدث الزلازل عند سلاسل الجبال المحيطية، عندما تنزل حافّة إحدى الصفائح وتحتكّ بحافّة صفيحة مجاورة. وتقع هذه الزلازل على مسافة قصيرة تحت سطح الصفائح، ما يدلّ على أنّ أحفّة الصفائح المتكوّنة حديثاً رفيقة جدّاً.

ويخلق انشقاق القارّات بحاراً جديدة، إذ تملأ مياه المحيط الثغرة في القشرة القارّية. فمنطقة البحر الأحمر، مثلاً، هي في مرحلة متقدّمة من الانشقاق. وقد ملأت مياه المحيط الصدع – البحر الأحمر، الذي هو امتداد للمحيط الهنديّ.

ولا يزال الوادي الإنكساريّ الشرق أفريقيّ، وهو جزء من الوادي الإنكساريّ الكبير الذي يمتدّ من أثيوبيا إلى الموزامبيق ويتصل بالبحر الأحمر، في مرحلة مبكرة من الإنكسار. ولم تصبح الفرجة عميقة بشكل كاف لتمتلىء بمياه المحيط الهنديّ. لكنّ العلماء يعتقدون أنّه، بعد حوالى ٥٠ مليون سنة، قد يشقّ امتدادٌ لذلك المحيط أفريقيا الجنوبية الشرقية.

حدود الصفائح المتقاربة هي أماكن تُدمّر فيها اليابسة التي تتكوّن عند الحدود المتباعدة، عن طريق انصهارها من جديد، في الغلاف. عند الحدود المتقاربة، تغوص حافّة إحدى الصفائح وتنزلق تحت حافّة الصفيحة المجاورة. وتُعرف هذه العملية بالإنغراز. ويمكن أن تخلق الصفيحة الغائصة أخاديد محيطية عميقة، حيث تدخل في منطقة الوهن. ونظراً إلى أنّ حجم الأرض يبقى على حاله، فإنّ العلماء يعتقدون أنّ مناطق الإنغراز تستهلك القدر نفسه من قشرة المحيط الذي تخلقه سلاسل الجبال المحيطية.

وتسبّب الصفائح المنغرزة زلازل عنيفة، وتولّد عادة خطّاً من البراكين على طول حدود الصفيحة العليا. ويتشكّل البركان عندما تنفجر الصهارة والغازات الحارّة والشظايا الصخرية مندفعة خارج السطح. وتخلق مناطق الإنغراز الصهارة، على عمق ١٢٠ كيلومتراً تقريباً، بإذابة ثلاثة أنواع من المواد: القشرة المحيطية في أعلى الصفيحة النازلة، والرسابات المحيطية الموجودة على أعماق كبيرة، ومنطقة الوهن المحجوزة في الزاوية بين الصفيحتين المتقاربتين.

وعند بعض حدود الصفائح المتقاربة، تكشط[1] الصفيحة التي تركب على الأخرى، كتلةً سميكة

(١) كشط الشيء: رفع عنه شيئاً قد غشّاه.

من الصخور الرسوبية عن الصفيحة النازلة. وتضيف هذه العملية كمية من المادّة إلى حافّة الصفيحة العليا. ففي كاليفورنيا، مثلاً، كوّنت هذه العملية المعروفة بالتنمّي الإنغرازي، أو الإزدياد الإنغرازي، جزءاً كبيراً من سلاسل الجبال الساحلية.

وعند حدود صفائح متقاربة أخرى، تختفي حافّة الصفيحة النازلة وكلّ ما يغطيها من صخور رسوبية وحتى قِطَع من حافّة الصفيحة العلوية، تحت الصفيحة العلوية. وتؤدّي هذه العملية المعروفة بالحتّ الإنغرازي، إلى تقلّص القارّات. ويحدث هذا الإنحتات في المحيط الهادىء، على طول سواحل البيرو والتشيلي وشرق جزر ماريان.

وعند الحدود التي تتصادم على طولها الصفائح التي تحمل القارّات، تتغضّن الطبقات الصخرية في الصفيحة الراكبة فوق الأخرى، وتنثني مثل غطاء المائدة عندما يُدفع فوق الطاولة فيتجمّع ويشكّل طيّات. ومنذ حوالى ٤٠ مليون سنة، اصطدمت صفيحة، تشمل ما يشكّل اليوم دولة الهند، بالطرف الجنوبي للصفيحة الأوراسية، التي تضمّ أوروبا ومعظم آسيا. وبدأت الصفيحة الهندية الأسترالية تندفع تحت الصفيحة الأوراسية، ما أدّى إلى تغضّن الصخور في الصفيحة الأوراسية وتشكيل طيّات فيها. وبمرور ملايين السنين، تكوّنت جبال الهيمالايا، أعلى نظام جبلي في العالم.

إنّ **حدود الصفائح المتحوّلة**، حيث تنزلق الصفائح أفقياً، الواحدة بمحاذاة الأخرى، لا تخلق القشرة ولا تدمّرها. ولكنّ هذه الحدود، أو الصدوع المتحوّلة، تشهد حدوث زلازل عنيفة. فعلى سبيل المثال، إنّ زلازل مدمّرة وقعت في كاليفورنيا على طول أجزاء من حدود صفيحة متحوّلة تُعرف بصدع سان أندرياس.

ويشكّل صدع سان أندرياس جزءاً من الحدود بين صفيحتين كبيرتين – صفيحة أميركا الشمالية وصفيحة المحيط الهادىء. ويربط الصدع بين سلسلة جبال متمدّدة في خليج المكسيك وخندق قبالة ساحل كاليفورنيا الشمالية. وتتصل الأجزاء الواقعة غرب الصدع بصفيحة المحيط الهادىء، وتتحرك معها باتجاه الشمال الغربيّ.

حركة الصفائح

السرعة: يقيس علماء الأرض سرعة حركة الصفائح بمراقبة سرعة تحرّك كلّ صفيحة نسبةً إلى الصفيحة المجاورة لها. وتزيح الصفائح اليوم حوالى ١٠ سنتيمترات في السنة، أي بسرعة نموّ شعر الإنسان تقريباً. وقد تكون الصفائح تحرّكت في الماضي بسرعة ١٦ سنتيمتراً في السنة.

إنّ **النمط الإجمالي** لحركة الصفائح التكتونية هو توسّع المحيط الأطلسي وتقلّص المحيط الهادىء. ويتوسّع الأطلسي لأنّ تمدّد قاع البحر عند سلسلة جبال وسط الأطلسي، يستمرّ في خلق القشرة الأرضية. ويتقلّص الهادىء لأنّ قسماً كبيراً منه محاط بحدود صفائح متقاربة تستهلك قشرته.

تتبع العلماء آثار حركات الصفائح التكتونية التي حدثت طوال ملايين السنين الماضية. ووفقاً للوصف المتّفق عليه عموماً لحركة الصفائح، فقد شكّلت جميع القارّات قارّة واحدة هائلة تُعرف بالبانجيا. وقد أحاط بهذه الكتلة محيطٌ هائل يُعرف بالبانثالاسا.

ومنذ حوالى ٢٠٠ مليون سنة، بدأت البانجيا بالتكسّر إلى كتلتين ضخمتين، تُعرفان بجوندوانالاند ولوراسيا. ثم تكسّرت هاتان الكتلتان بدورهما إلى قارّات، زاحت شيئاً فشيئاً إلى مواقعها الحالية.

أدلة على حركة الصفائح: يجد علماء الأرض الكثير من الأدلّة على حركة الصفائح عند حدود الصفائح. ويدرس هؤلاء العلماء المعالم السطحية، مثل الجبال وخنادق المحيطات، ويحقّقون في تواتر الزلازل والثورانات البركانية ومواقعها.

وتشكّل البراكين التي ترتفع داخل الصفائح، أدلّة أيضاً على حركة الصفائح. ويعتبر العلماء أنّ هذه البراكين ناتجة عن عواميد حارّة جدّاً من مادة الغلاف، ترتفع من عمق الأرض إلى قاعدة القشرة. وتولّد هذه العواميد الصهارة التي ترتفع وتخترق القشرة، قبل أن تخرج إلى السطح في أماكن تُعرف بالنقاط الساخنة.

وعند مرور إحدى الصفائح فوق نقطة ساخنة، يمكن أن تولّد هذه النقطة سلسلة من البراكين. فعلى سبيل المثال، إنّ نقطة ساخنة تحت صفيحة المحيط الهادىء قد ولّدت البراكين التي شكّلت في ما بعد جزر هاواي.

وتقدّم دراسة المغنطيسية في الصخور القديمة، أدلّةً أخرى على حركة الصفائح. وتوجد هذه الأدلّة في الصخور التي تحتوي على جسيمات مغنطيسية.

فعندما كانت هذه الصخور حارّة وسائلة، كانت الجسيمات المغنطيسية تتحرك بسرعة كبيرة، حالت دون تأثّرها بحقل الأرض المغنطيسي. ولكن، مع ابتراد الصخور وتصلّبها، تراصفت الجسيمات مع حقل الأرض المغنطيسي، مثل إبر بوصلة صغيرة. وهكذا، فإنّ الجسيمات تستمرّ باتخاذ اتجاه الحقل المغنطيسي، الذي كان سائداً أثناء ابتراد الصخر.

وعندما تزيح الصفيحة التي تحتوي على هذه الصخور إلى عرض جغرافي مختلف، أو تدور على نفسها، لا تعود الجسيمات متراصفة مع حقل الأرض المغنطيسي. وتوفّر مقارنة الإتجاه الذي تشير إليه الجسيمات حالياً مع اتجاه حقل الأرض المغنطيسي الحالي، معلوماتٍ حول موقع الصفيحة عند تصلّب الصخر.

أسباب حركة الصفائح: تزيح الصفائح التكتونية بشكل رئيسي بسبب التغيّرات في درجة الحرارة وقوّة الجاذبية. فمع ابتراد الحافّة التي تتشكّل على قاع المحيط، تنكمش الحافّة وتصبح أكثر كثافة. وبعد حوالى ٢٥ مليون سنة من الإبتراد والإنكماش، تصبح الحافّة كثيفة جدّاً، بحيث أنّ الجاذبية تتمكّن من جذبها نزولاً إلى منطقة الوهن. وهناك، تقوم الحرارة الشديدة والضغط المرتفع الناتجان عن العمق، بتحويل قشرة حافّة الصفيحة الغائصة إلى مادّة صخرية أكثر كثافة. ونظراً إلى ارتفاع الكثافة إلى هذا الحدّ، تجذب قوّة الجاذبية حافّة الصفيحة إلى منطقة الوهن بقوّة أكبر.

وتُعرف هذه العملية بجذب اللوح لأنّ الحافّة الغائصة تجذب وراءها باقي الصفيحة الشبيهة باللوح. ويعتبر الكثير من العلماء أنّ جذب اللوح هو الفعل الرئيسي الذي يسبّب حركة الصفائح الغائصة الأحقّة.

وتؤدّي قوّة الجاذبية أيضاً إلى انزلاق الصفائح بعيداً عن سلاسل الجبال المحيطية.

ونجد سبباً آخر لحركة الصفائح في دفع الصفائح الواحدة للأخرى. ويعتقد العلماء أنّ الصفائح الكبيرة هي التي تدفع الصفائح الصغيرة.

ويمكن أن يؤثّر أيضاً ارتفاع أعمدة الصخر الحارّ من الغلاف وغيره من حركات صخر الغلاف، في حركة الصفائح التكتونية إلى حدّ ما. ويُعرف دوران صخر الغلاف في صعوده إلى أعلى منطقة الوهن وابتراده ثم غوصه من جديد، بتيار الحمْل الحراري.

وقد اعتقد علماء الأرض في الماضي أنّ تيارات الحمل الحراري هي في أساس زحزحة القارّات. لكنّ معظم علماء الأرض يعتقد اليوم أنّ هذه التيارات ناتجة بشكل رئيسي عن غوص الصفائح، وليست سبب حركة الصفائح.

الإبقاء على النشاط التكتوني: ولّد باطن الأرض ما يكفي من الطاقة الحرارية لإبقاء الكوكب ناشطاً تكتونياً منذ تكوّنه الذي يعود إلى ٤.٥ بلايين سنة على الأقل. وقد أبقت هذه الطاقة النشاط التكتوني بإبقاء منطقة الوهن طرية جداً بحيث تستطيع القشرة الغوص فيها.

ويولّد باطن الأرض الطاقة الحرارية خصوصاً عبر الإنحلال الإشعاعي للذرّات في القشرة والغلاف. وفي الإنحلال الإشعاعي، تطلق الذرّات المشعّة جسيمات طاقية وأشعّة. وتمتصّ الموادّ، قرب هذه الذرّات، الطاقة من الجسيمات والأشعّة، فتصبح حارّة أكثر.

ويتراجع إنتاج الحرارة في باطن الأرض لأنّ الإنحلال يقلّل تدريجياً من عدد الذرّات المشعّة. ومع تباطؤ توليد الحرارة داخل الأرض، تنخفض درجة حرارة باطن الأرض تدريجياً. وربّما خلال الـ ٥ أو ١٠ بلايين سنة المقبلة، سيؤدّي هذا الإبتراد إلى تصلّب منطقة الوهن بحيث تتوقّف حركة الصفائح. وبعد حدوث ذلك، تتوقّف الثورانات البركانية وتصبح الزلازل قليلة الحدوث. وهكذا تصبح الأرض غير ناشطة تكتونياً.

تاريخ النظرية التكتونية

نشأت نظرية تكتونية الصفائح من نظرية زحزحة القارّات، التي تقدّم بها الأرصاديّ الألماني ألفرد فِجنر في العام ١٩١٢. وتقول نظرية فِجنر إنّ القارّات تتحرّك على سطح الأرض. وقد فسّرت هذه النظرية لماذا يبدو الساحل الشرقي لأميركا والساحل الغربي لأفريقيا وكأنّهما يركبان الواحد مع الآخر كقطعتين من أحجية الصور المقطوعة. وجاءت الأدلّة على حدوث الزحزحة من وجود تراكمات صخرية معيّنة، تشير إلى أنّ القارات قد غيّرت مواقعها بمرور الزمن. فعلى سبيل المثال، توجد تراكماتٌ صخرية، ناتجة عن عمل أنهار الجليد التي وُجدت منذ مئات ملايين السنين، في الهند وأستراليا وأفريقيا وأميركا الجنوبية، ما يشير إلى أنّ هذه القارّات شهدت في الماضي مناخاً بارداً جدّاً، وكانت ربّما قرب القطب الجنوبي. وتشير أحافير من السرخس الشجريّ وغيرها من المعالم الإستوائية في أميركا الشمالية إلى أنّ القارّة كانت في الماضي عند خطّ الإستواء.

إلّا أنّ فِجنر لم يكن متأكداً من سبب زحزحة القارّات. وأصبحت نظرية زحزحة القارّات التي جاء بها، موضوع جدل كبير بين العلماء. ثمّ، في عشرينات القرن العشرين، تقدّم الفيزيائي البريطاني هارولد جفريز بفكرة أنّ باطن الأرض العميق شديد جدّاً، ولا يستطيع بالتالي أن يسيل ويجري. وبنتيجة ذلك، رفض معظم العلماء نظرية فِجنر.

لكنّ الأدلّة المؤيّدة لهذه النظرية أخذت تتراكم تدريجياً. وفي أواخر الثلاثينات، أثبت الجيولوجي الأميركي دافيد جريجز أنّ الصخر الصلب ظاهرياً يمكن أنْ يجري ببطء عند تعرّضه لدرجات حرارة مرتفعة وضغط شديد. وفي الأربعينات والخمسينات، أظهر باحثون آخرون أنّ قاع المحيط يحتوي على كمية رسابات أقلّ ممّا قد يُتوقّع، لو أنّ المحيط منخفض دائم. فقاع البحر الثابت يجمع كمية أكبر من الرسابات الناتجة عن انحتات القارّات. ولم يتجاوز عمر أقدم الصخور التي استطاع العلماء إيجادها في قاع البحر، الـ ١٥٠ مليون سنة.

وقد طوّر العلماء، في الخمسينات، تقنيات لدراسة مغنطيسية الصخور، سمحت لهم بتحديد مواقع القارّات منذ ملايين السنين. وفي أواخر الخمسينات، أنهى العلماء وضع الخرائط لنظام من سلاسل الجبال المحيطية، يمتدّ على مسافة ٦٠،٠٠٠ كيلومتر تقريباً ويكاد يلفّ الكوكب كليّاً.

واكتشف العلماء، في نهاية الخمسينات، أنّ معظم الزلازل يحدث في سلاسل الجبال المحيطية. وفي سنة ١٩٦٠، تقدّم الجيولوجي الأميركي هاري هـ. هس بنظرية أصبحت تُعرف، في ما بعد، بتمدّد قاع البحر. وبعد ذلك بفترة قصيرة، اكتشف العلماء أنّ معظم الزلازل يحدث على طول خطوط متوازية مع سلاسل الجبال والخنادق الموجودة في المحيطات. وفي سنة ١٩٦٧، تقدّم الجيوفيزيائي الأميركي جايسون مورجان والجيوفيزيائي البريطاني د. ب. ماكنزي، كلّ على حدة، بفكرة أنّ سطح الأرض مؤلّف من عدد من الصفائح المتحرّكة. وفي السنة التالية، دمج علماء الأرض الأميركيون براين ل. إيزاكس وجاك إ. أوليفر ولين ر. سايكس فكرة تمدّد قاع البحر مع النتائج الجديدة التي تمّ الحصول عليها بفضل كشف الزلازل، واقترحوا النظرية القائلة إنّ صفائح صلبة من القشرة الأرضية تتحرك فوق منطقة وهن طرية وجارية.

وفي سنة ١٩٦٩، أنهت السفينة الثقّابة جلومار شالنجر أوّل رحلة علمية لها. وقد أظهرت الموادّ، التي استخرجت من عدّة مواقع على جانبي سلسلة جبال وسط الأطلسي، أنّ عمر قشرة المحيط هو تماماً كما تنبّأ به تحليل المغنطيسية القديمة وتمدّد قاع البحر.

الجبال وتضاريس قاع المحيطات التي تكوّنت بفعل تصادم الصفائح



الخندق Trench

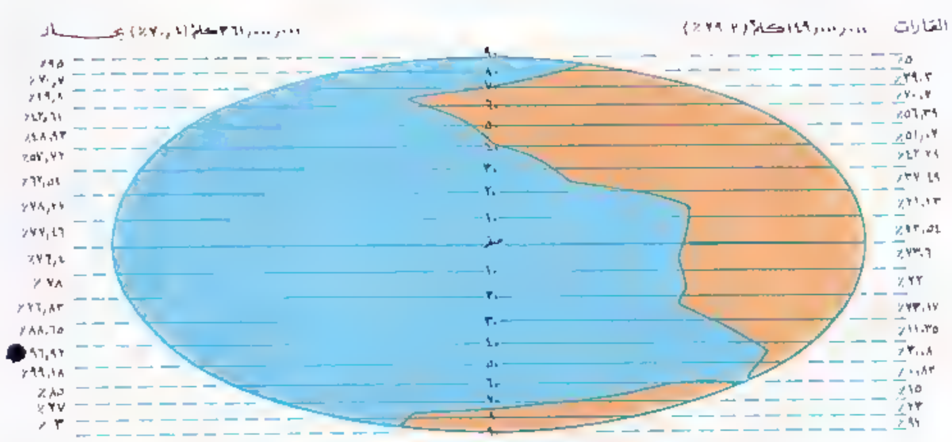
الخندق انخفاض طويل وعميق في أرض المحيط.
يوجد بعض الخنادق المتاخمة للقارّات، وبعضها الآخر
قرب السلاسل أو الجزر البركانيّة كجزر اليابان والفيليبين والألوشن.
تنشأ الخنادق لدى تصادم الصفائح – الألواح الصخريّة الضخمة الحاملة أديم الأرض –
التي تتسبّب الضغوط في باطن الأرض بتحرّك مستمرّ للصفائح. وأحياناً، عندما تصطدم صفيحة بأخرى،
يغور أحد أطرافها تحت طرف الصفيحة المقابلة مشكّلاً ما يسمى بالإنغراز Subduction، ويسمّى الانخفاض الحاصل بالخندق. ويحتمل أن تذوب الصفيحة المنغرزة لدى انخفاضها.
في هذه الحال، من الممكن أن يرتفع بعض المواد الصهيرة عبر الغطاء الصخريّ وينفجر ليشكّل البراكين. وعادة ما تكوّن البراكين السلاسل الجبليّة أو سلاسل الجزر الطويلة الممتدّة بمحاذاة الخندق.
تسمّى أعمق نقطة أرضيّة بغور شالنجر Challenger Deep. وتقع في قعر خندق ماريان، الذي ينحدر إلى عمق ١١,٠٣٤ متراً تحت سطح المحيط، بالقرب من جزيرة جوام في المحيط الهادىء.



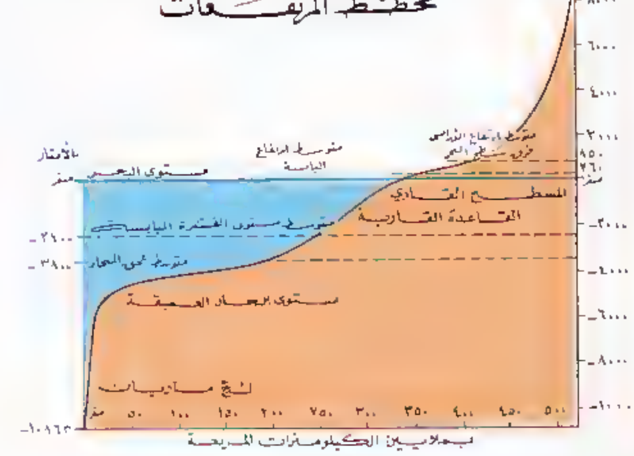
صفر ١٠٠٠ ٢٠٠٠ ٣٠٠٠ كم



امتداد البحار على وجه الأرض وعلى مختلف خطوط العرض



مخطط المرتفعات

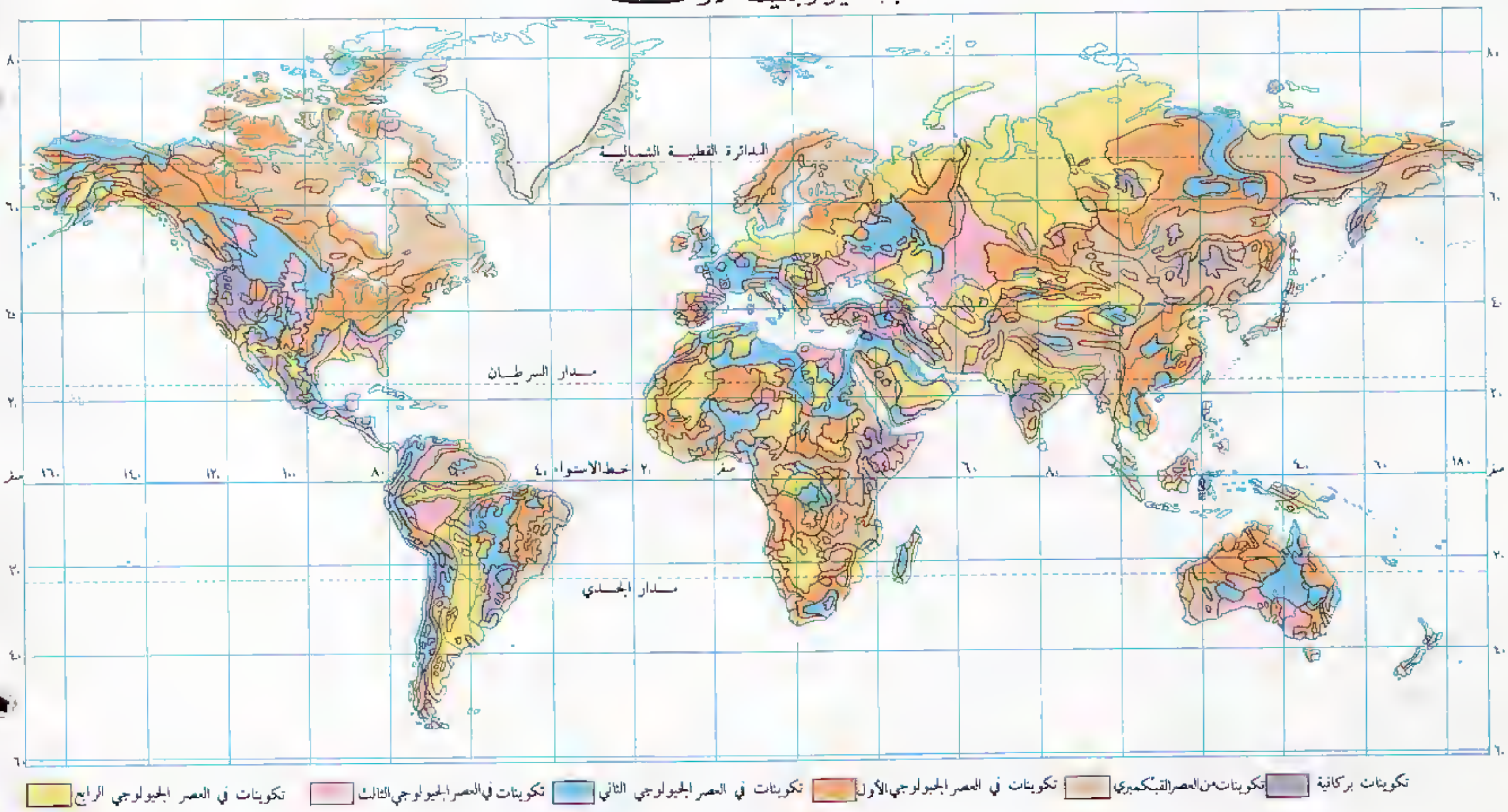




متوسط ارتفاع القارات



جيولوجية الأرض

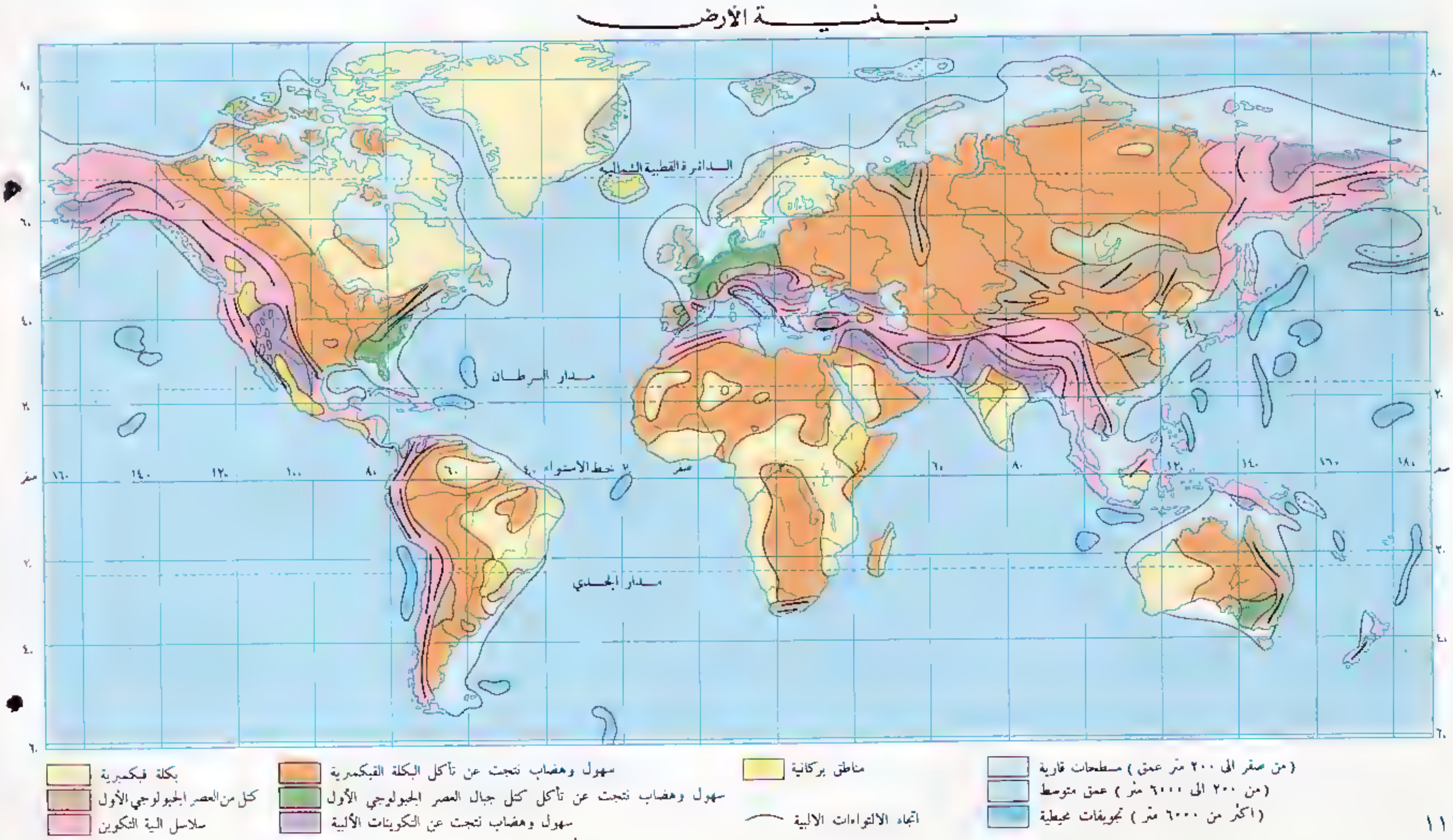


أنواع الجيولوجيا

الجيولوجيا، أو علم طبقات الأرض، هي ربّما أكثر العلوم الطبيعيّة تنوّعاً على الإطلاق. وتهتمّ الجيولوجيا بأصل كوكب الأرض وتاريخه وشكله، والموادّ التي تكوّنه، والعمليّات التي أحدثت وتُحدث أثراً فيه. والجيولوجيا هي واحد من عدّة مباحث مترابطة تُعرف معاً بعلوم الأرض. والجيولوجيّون هم علماء بالأرض، يهتمّون بشكل أساسيّ بالصخور والموادّ الناتجة عن الصخور التي تشكّل الجزء الخارجيّ من الأرض. ولفهم هذه الموادّ، يستعمل الجيولوجيّون المعرفة المكتسبة في ميادين أخرى من العلم مثل الفيزياء والكيمياء وعلم الأحياء، وهكذا فإنّ فروع الجيولوجيا – مثل الجيوفيزياء والجيوكيمياء وعلم التقويم الجيولوجيّ والباليونتولوجيا (علم الإحاثة) – تشمل علوماً أخرى تسمح للجيولوجيّين بفهم أكبر لعمل العمليّات المختلفة التي تحدث على الأرض عبر الزمن.

وعلى الرغم من أنّ كلّ علم من علوم الأرض يركّز على موضوع معيّن، فإنّها كثيراً ما تتراكب مع الجيولوجيا. وهكذا، فإنّ دراسة مياه الأرض بما يتعلّق بالعمليّات الجيولوجيّة، تتطلّب معرفة بالهيدرولوجيا والأوقيانوغرافيا. ويتطلّب وضع خرائط لمعالم سطح الأرض وقياسها، معرفةً بعلم رسم الخرائط وبالجيوديسيا، التي تُعنى بقياس شكل الأرض وحجمها. وتُستقى أيضاً المعلومات حول أصل الأرض من الدراسات الفلكيّة للأجرام السماويّة الأخرى.

بـنـيـة الأرض





بنية جيولوجيّة مسطّحة في ولاية أريزونا جنوب غرب الولايات المتحدة

ولا تشمل الجيولوجيا دراسة معالم سطح الأرض فقط، لكنّها تهتمّ أيضاً ببنية الكوكب وأجزائه الباطنيّة. إنّ لهذه المعرفة قيمة علميّة أساسيّة، لكنّها توضع أيضاً في خدمة الإنسانيّة. فعلى سبيل المثال، تركّز الجيولوجيا التطبيقيّة على البحث عن معادن مفيدة للإنسان داخل الأرض، وتحديد المواقع المستقرّة جيولوجيّاً الملائمة لمختلف أنواع المنشآت، والتنبّؤ بالأخطار الطبيعيّة – مثل الزلازل – التي ترتبط بالقوى الديناميكيّة تحت قشرة الأرض.

حقول الدراسة في الجيولوجيا

تتناول الجيولوجيا تاريخ الأرض، بما في ذلك تاريخ الحياة، وتشمل دراسة جميع العمليّات الطبيعيّة التي تجري على سطح الأرض وفي قشرتها. وبالتالي، فإنّ الجيولوجيا تشتمل عموماً على دراسات التفاعلات القائمة بين الصخور والأتربة والماء والجوّ وأشكال الحياة على الأرض، وهذا حقل واسع جدّاً لا يستطيع فرع واحد من فروع المعرفة تغطيته كاملاً. ولذلك، فإنّ الجيولوجيّين يحصرون أنفسهم بدراسة أحد الحقول بشكل معمّق. وفي ما يلي عرض موجز لحقول الدراسة في الجيولوجيا.

الجيولوجيا الطبيعيّة

يتناول هذا الفرع من الجيولوجيا العمليّات والقوى التي تؤثّر في المعادن والصخور والصهارة ومواد النواة. كما يهتمّ بأسباب التغيير في شكل التكوينات الطبيعيّة على سطح الأرض.

الجيوفيزياء، الفيزياء الأرضيّة

تهدف الجيوفيزياء إلى استنتاج خاصّيات الأرض الطبيعيّة وتركيبها الداخلي من ظواهر طبيعيّة مختلفة. فعلى سبيل المثال، يدرس الجيوفيزيائيّون حقل الأرض المغنطيسي (مصدره وشكله وتغيّراته)، والمغنطيسيّة الباقية في الصخور والتربة منذ تكوّنها، وجريان الحرارة في باطن الأرض، وقوّة الجاذبيّة، وحركة الموجات الزلزاليّة التي ترتبط بالزلازل. وتجمع الجيوفيزياء الإستكشافيّة" بين الفيزياء والمعلومات الجيولوجيّة لحلّ مشاكل عمليّة تتعلّق بإيجاد النفط والغاز والماء، وبالكشف عن تراكمات جديدة من الخامات المعدنيّة، وبأشكال مختلفة من الهندسة المدنيّة.

الجيوكيمياء، الكيمياء الأرضيّة

تهتمّ الجيوكيمياء بدراسة كيمياء الأرض ككلّ، لكنّ الموضوع يُقسم إلى عدّة ميادين مثل الجيوكيمياء الرسوبيّة والجيوكيمياء العضويّة وحقل الجيوكيمياء البيئيّة الجديد وعدّة فروع أخرى. وينطوي أصل وتطوّر فئات الصخور والمعادن

إلتواء «أنتيكليني» أبرزته عوامل التعرية في مرتفعات ولاية وايومينج في الولايات المتحدة



الرئيسيّة على أهميّة كبرى بالنسبة للجيوكيميائيّين. ويدرس الجيوكيميائيّ، خصوصاً، مقادير العناصر الكيميائيّة وتوزيعها في المعادن والصخور والتربة وأشكال الحياة والماء والجوّ. ولمعرفة حركة العناصر في الطبيعة - على سبيل المثال، دورات الكربون والنتروجين والفوسفور والكبريت الجيوكيميائيّة - أهميّةٌ عمليّة، وكذلك دراسة توزيع ووفرة النظائر واستقرارها في الطبيعة. وتشكّل الجيوكيمياء الإستكشافيّة، المعروفة أيضاً بالتنقيب الجيوكيميائيّ، التطبيق العمليّ للمبادىء الجيوكيميائيّة النظريّة في الكشف عن المعادن.

البترولوجيا، علم الصخور

تتناول البترولوجيا أصل الصخور وظهورها وبنيتها وتاريخها، ولا سيّما الصخور البركانيّة والمتحوّلة. وتهتم البتروغرافيا بوصف الصخور وتصنيفها وفقاً لخصائصها. يدرس البترولوجيّون التغيّرات التي تحدث في الكتل الصخريّة عندما تتجمّد الصهارة، وعندما تذوب الصخور الصلبة كليّاً أو جزئيّاً، وعندما تتعرّض الرسابات لتحوّل كيميائيّ أو فيزيائيّ. ويهتمّ العاملون في هذا الحقل بتبلّر المعادن وتصلّب المعادن الزجاجيّة من المواد المذابة في درجات حرارة مرتفعة، وتبلّر المعادن من جديد في درجات حرارة مرتفعة من دون مرورها بمرحلة من الذوبان، وتبادل الأيونات بين المعادن في الصخور الصلبة والموائع، والعمليّات التي تشمل الحتّ والنقل والترسيب. ومن المهمّات الأساسيّة في هذا الحقل، وضع خرائط دقيقة للوحدات الصخريّة وأخذ عيّنات منها.

العدانة: علم المعادن

تتناول العدانة المعادن الموجودة في قشرة الأرض، وأيضاً المعادن المتكوّنة خارج الأرض، كما في العيّنات القمريّة والحجارة النيزكيّة. ويتناول علم البلّوريات دراسة الشكل الخارجيّ والبنية الداخليّة للبلّورات الطبيعيّة والتركيبيّة. ويدرس العدانيّون تشكّل المعادن وظهورها وخاصيّاتها الكيميائيّة والفيزيائيّة وتركيبها وتصنيفها. أمّا العدانة التحديديّة فهي علم - وفنّ - التعرّف إلى معدن في عيّنة، استناداً إلى خاصّيات العيّنة الفيزيائيّة والكيميائيّة. وتركّز العدانة الإقتصاديّة على العمليّات الجيولوجيّة المسؤولة عن تكوين خامات المعادن، ولا سيّما تلك التي تنطوي على أهميّة تجاريّة.

الجيولوجيا البنيويّة

اهتمّت الجيولوجيا البنيويّة، في بداية عهدها، بتحليل تشويه الطبقات الرسوبيّة، لكنّ الجيولوجيّين البنيويّين يدرسون اليوم التشويهات التي تخضع لها الصخور كافّة. وتؤدّي دراسة الأشكال البنيويّة إلى مقارنة المعالم المشاهدة، وفي النهاية إلى تصنيف الأنواع المتقاربة. وتهتمّ الجيولوجيا البنيويّة المقارنة بالمعالم الخارجيّة الكبيرة الحجم، وهي مغايرة للطريقتين النظريّة والإختباريّة في معالجة الموضوع، اللتين تستخدمان الدراسة المجهريّة للحبيبات المعدنيّة في الصخور المشوّهة. ويستخدم الجيولوجيّون المتخصّصون في النفط والفحم الجيولوجيا البنيويّة في عملهم اليوميّ، ولا سيّما في التنقيب عن البترول لكشف المصايد البنيويّة التي يمكن أن تحتوي على البترول.

الجيولوجيا الرسوبيّة

يدرس هذا الفرع من الجيولوجيا التراكمات الرسوبيّة وتشكّلها، ويتناول الرسابات البحريّة والبريّة القديمة والحديثة، وحيواناتها ونباتاتها ومعادنها وبنيتها، وتطوّرها في الزمان والمكان. ويدرس الجيولوجيّون المتخصّصون في دراسة الصخور الرسوبيّة، المعالم الكثيرة المعقّدة المكوّنة من الصخور الطريّة والصلبة في تسلسلها الطبيعيّ، بهدف فهم بيئات الأرض الأولى. وتُستعمل في دراسة الصخور الرسوبيّة معطيات وطرق مأخوذة من فروع أخرى من الجيولوجيا، مثل علم الطبقات والجيولوجيا البحريّة والجيوكيمياء والعدانة والجيولوجيا البيئيّة.



تآكل الصخور بفعل الهواء الذي نحت بدقّة في صخر رمليّ، يرجع إلى العهد الفجريّ منذ ٢٫٥ مليار سنة

البليونتولوجيا، علم الإحاثة

تبحث البليونتولوجيا، أو دراسة الحياة ما قبل التاريخ، في الحيوانات الأحفوريّة والنباتات الأحفوريّة وفي علاقتها مع الحيوانات والنباتات الحاليّة. وتُستخدم في دراسة الأحافير المجهريّة، تقنياتٌ مختلفة عن تلك المستعملة للعيّنات الأكبر حجماً. وتشكّل الأحافير، التي هي بقايا من الأشكال الحيّة في العصور الجيولوجيّة القائمة أو علامات على وجودها حُفظت طبيعيّاً في قشرة الأرض، المعطيات الرئيسيّة المستخدمة في علم الإحاثة. أمّا البليونتوغرافيا فهي الوصف المنهجيّ للأحافير.

الجيومورفولوجيا

تعني كلمة جيومورفولوجيا «شكل الأرض وتطوّرها». ويسعى هذا العلم إلى إيجاد نموذج عمل للقسم الخارجيّ من الأرض. ويفسّر الجيومورفولوجيّون وجود المعالم وتطوّرها على سطح الأرض نتيجة عمل المجلّدات، والجداول والأنهار، والريح التي تنقل الغبار والرمال وترسّبها، والحتّ. وتركّز الفروع الثانويّة من الجيومورفولوجيا على التأثيرات التكتونيّة في التكوينات الأرضيّة، وتأثير المناخ في هذه العمليّات والتكوينات، وقياس المعطيات المتوفّرة حول التكوينات الأرضيّة وتحليلها إحصائيّاً.

الجيولوجيا الإقتصاديّة

تُعرف أحياناً بالهندسة الجيولوجيّة، وتجمع بين التعدين والهندسة المدنيّة. وتُعنى الجيولوجيا الإقتصاديّة بتطبيق المبادىء الجيولوجيّة على دراسة التربة والمواد الصخريّة والمياه الجوفيّة، التي تؤثّر جميعها في تخطيط المنشآت الهندسيّة وتصميمها وتحديد موقعها وبنائها وعمليّاتها وصيانتها.

الجيولوجيا البيئيّة

يُعنى هذا الحقل الجديد نسبيّاً من الجيولوجيا، بجمع وتحليل المعطيات البيئيّة وبتطبيقها لمعالجة المشاكل الناتجة عن استعمال الإنسان البيئة. ويُعرف أحد أوجه هذا الفرع من الجيولوجيا بالجيولوجيا المدنيّة، التي تهتمّ بتطبيق الجيولوجيا الهندسيّة على المشاكل البيئيّة في المدن، ولا سيّما المناطق الحضريّة الكبيرة. وتُعنى الجيولوجيا البيئيّة والمدنيّة بأوجه الجيولوجيا التي تؤثّر مباشرة في استعمال الناس الأرض. وتتميّز الجيولوجيا البيئيّة بنطاق عمل واسع جدّاً، فهي تشمل ميادين ذات اهتمامات متّصلة بها من الفيزياء وعلم الأحياء وعلم الإجتماع. ونظراً إلى اهتمامات الجيولوجيا البيئيّة المتّصلة بحقول عدّة من العلم، فهي تستقي قدراً كبيراً من المعطيات من علوم جيولوجيّة أخرى، مثل الجيولوجيا الهندسيّة والجيولوجيا الإقتصاديّة والجيومورفولوجيا والجيولوجيا الرسوبيّة.

بعض المفردات الجيولوجيّة الشائعة

قشرة: الطبقة الخارجيّة من الأرض، ويتراوح سمكها بين ٥ و٣١ كيلومتراً.

تشويه: تغيير في شكل طبقة جيولوجيّة، ينتج عادة عن الإجهاد.

ترسّب: تراكم موادّ طبيعيّة، عادة فوق طبقة سطحيّة؛ تراكم طبيعيّ كما في حالة الخامات والمعادن والفحم والنفط وغيرها.

قلقلة القشرة الأرضيّة: عمليّة التشويه التي تخلق معالم قشرة الأرض، بما في ذلك القارّات وأجواض المحيطات والهضبات والجبال.

صخر بركانيّ: صخر تشكّل من مادّة ذائبة حارّة جدّاً.

أيون: ذرّة أو مجموعة ذرّات تحمل شحنة إيجابيّة أو سلبيّة، نتيجة خسارة أو اكتساب إلكترون واحد أو أكثر.

نظير: تتميّز النظائر المختلفة لعنصر كيميائيّ معيّن باختلاف عدد النيوترونات في نواها؛ إلّا أنّها تحتوي جميعها على العدد نفسه من البروتونات.

الغلاف اليابس: الطبقة الخارجيّة الصخريّة الصلبة من الأرض، ويبلغ سمكها حوالى ٨٠ كيلومتراً.

صهارة: مادّة ذائبة في باطن الأرض؛ وعندما تخرج الصهارة إلى سطح الأرض تُطلق عليها اسم لابة أو حِمَم.

صخر متحوّل: صخر ناتج عن تغيّر صخر أقدم منه بسبب الحرارة أو الضغط أو العمليّات الكيميائيّة.

معدن: مادّة غير عضويّة، لها تركيب يمكن التعبير عنه بصيغة كيميائيّة. ويمكن أن تكون عناصرها إمّا معدنيّة Metallic أو غير معدنيّة Non Metallic. ولمعظم المعادن بنية بلّوريّة.

مورفولوجيا: شكل معالم سطح الأرض وبنيتها، باعتبارها نتيجة عمل التحاتّ والتجوية والجليد.

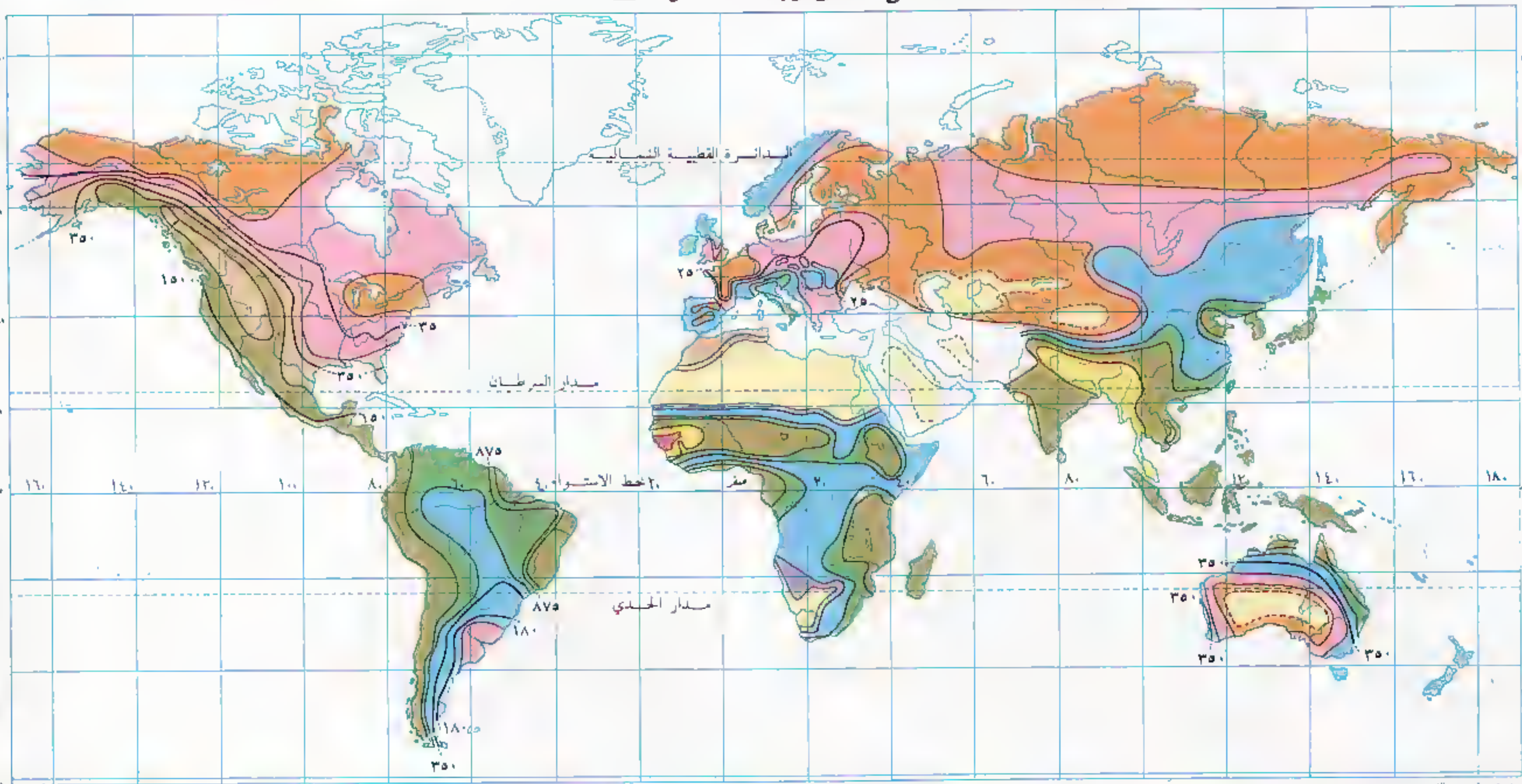
صدع: كسر جيولوجيّ عاديّ.

صخر رسوبيّ: صخر ناتج عن ترسّب مادّة متفتّتة من أشكال صخريّة أقدم تكويناً، أو ترسّب بقايا حيوانيّة أو نباتيّة، أو ترسّب موادّ كيميائيّة.

طبقة جيولوجيّة: طبقة من الصخر، لها حدود علويّة وسفليّة واضحة.

التكتونيّة: دراسة انثناء الطبقات وتصدّعها.

التجوية: التفتّت الفيزيائيّ للموادّ المكوّنة للأرض وتحلّلها الكيميائيّ، بسبب عمل الماء والجليد والحرّ والبرد وأشعّة الشمس والريح.



عن ف. فورنيه: "المناخ وعوامل التعرية"

نسبة التآكل بالأطنان والكيلومترات المربعة سنوياً

أكثر من ٣٠٠٠ | من ٢٠٠٠ إلى ٣٠٠٠ | من ١٠٠٠ إلى ٢٠٠٠ | من ٦٠٠ الى ١٠٠٠ | من ٦٠-١١٥ إلى ١٠٠٠ | من ٦٠-١١٥ إلى ٦٠٠ | من ١٠ الى ٦٠-١١٥ | من صفر إلى ٦٠ | من صفر إلى ١٠ | صفر

التجوية والتعرية

تخضع الأرض لتغيرات بطيئة، لكنها متواصلة. وتعتبر التجوية والتعرية عاملين طبيعيين، يعملان جنباً إلى جنب على تغيير سطح الأرض.

إنّ التجوية، بحسب تعريف علماء الجيولوجيا، هي عملية تفتّت الصخور بفعل المياه والجليد والأحماض المعتدلة والنباتات والتغيّر في درجات الحرارة. أما التعرية، فهي عملية نقل تلك المواد المفتّتة.

كان من الممكن في النهاية، أن يؤدّي النشاط المشترك لعوامل التجوية والتعرية، إلى تحويل سطح الأرض، إلى سهل ممهّد، خالٍ من كلّ معالم، لولا تحرك صفائح الأرض. فالصفائح – وهي ألواح صخرية صلبة تتألّف منها قشرة الأرض اليابسة – تتحرك وتتفاعل باستمرار، فتشكّل الجبال وتغيّر سطح الأرض بطرق مختلفة.

لعوامل التجوية والتعرية، نشاطها تحت سطح الأرض أيضاً. فالتربة تتشكّل باستمرار تحت الأرض، اذ يتفتّت الصخر من جزاء تفرّع جذور الأشجار، والحفريات التي تسببها الحيوانات القارضة، ونشاط المحاليل الحمضية أو مزيج السوائل التي تتكوّن بشكل طبيعيّ.

ويمكن أن تؤثّر عوامل التجوية والتعرية كذلك، على السطوح المصطنعة. فالحفر على الطرقات، والتآكل في أرصفة الشوارع، كلّها دلائل على نشاط التجوية والتعرية المستمرّ. وقد تعمل تلك القوى أيضاً، على شحذ التماثيل المنصوبة في الخارج، أو تضليل ومحو الكتابات والنقوش على الأبنية، فتجعلها غير مقروءة. ما من صخر مكشوف على سطح الارض، يمكنه أن يقاوم قوى التجوية والتعرية، مهما تكن صلابته.

فهي تعمل مجتمعة، على شحذ الجبال مثل جبال أبلاش في شرق أميركا الشمالية، وحفر الوديان مثل جراند كانيون في أريزونا، ونحت الأبراج والمسلات الصخرية، كتلك الموجودة في الحديقة العامة برايس كانيون Bryce canyon في ولاية يوتا الاميركية.

التجوية

يعمل نشاط التجوية مع الزمن، على شحذ السطوح المكشوفة، وصقل المناطق الخشنة والحادّة في الصخر. وتكون عمليّة التجوية، إمّا آلية (ميكانيكية) أو كيميائية؛ ويعمل النوعان عادة، جنباً إلى جنب.

تتسبّب التجوية الآليّة أو الفيزيائيّة بتفتّت الصخور. ففي بعض الأحيان، تتسرّب المياه بين الحبيبات المعدنيّة تحت الأرض، أو داخل الشقوق في الصخر. فاذا انخفضت درجة الحرارة بشكل كاف، تجمّدت المياه وتمدّدت، متسبّبة بإحداث ضغط هائل على الصخور وتوسيع الشقوق فيها. ويقوم الجليد بعمل الإسفين[1]، الذي يبعد الصخور المتشقّقة عن بعضها.

من الممكن أيضاً أن تقوم شجرة نامية بدور الاسفين. فقد تنبت بذرة شجرة ما، داخل تربة تجمّعت في صخر متشقّق، فتعمل جذورها، وهي تنمو، على توسيع الشقوق وتؤدي أخيراً إلى تفتيت الصخر. ويمكن للأشجار أن تجرى، مع الوقت، صخوراً كبيرة الحجم.

تعمل التجوية الكيميائية على تغيير المواد التي تؤلّف الصخور والتربة. إذ يمكن أن تتّحد الكيميائيات الموجودة في المياه، مع المواد المعدنيّة في الصخر، مشكّلة محلولاً يحمل في طريقه الصخر المنحلّ. وفي بعض الأحيان، يتّحد ثاني اكسيد الكربون الآتي من الجوّ أو من المواد العفنة، مع الماء، فينتج عن ذلك محلول حمضيّ (أسيديّ) ضعيف يمكنه إذابة الحجر الكلسيّ وأنواع أخرى من الصخر. وعندما يترشّب المحلول داخل الأرض، يمكن أن يسبّب شقوقاً في الصخر أو يحفر شبكات واسعة من الكهوف مثل كهف ماموث Mammoth في ولاية كنتاكي وكهوف كارلزباد Carlsbad في نيو مكسيكو.

تتألّف الصخور من المعادن. ويحتوي بعضها على مركبات حديدية، ما يجعلها تصدأ تماماً كما يصدأ الحديد نفسه. وتعرف عملية الصدأ هذه، بالتأكسد. وعندما ينتشر الصدأ، يساعد على تفتيت أو تجوية الصخور الحاملة للحديد.

تتألّف التربة من جزيئات معدنيّة ناتجة عن التجوية، وأيضاً من بقايا النبات والحيوان. وتعمل التجوية الآليّة والتجوية الكيميائية جنباً إلى جنب على تشكيل التربة.

التعرية

التعرية تنقل مواد التجوية من مكان إلى آخر. وتشكّل المياه والجليد والهواء – مجتمعة مع الجاذبية الأرضية – ما يسمّى بعوامل التعرية.

عندما تتحرك المياه والجليد والرياح، تحرّك معها فتاتاً صخرياً وجزيئات من التربة، من الأماكن التي تعرّضت فيها لعوامل التجوية. وعندما تهدأ أو تتوقّف عن الحركة، تضع حملها من المواد في أماكن أخرى. وتتنوّع تلك المواد وتسمّى ترسّبات، في الحجم، بدءاً من الصخور المستديرة إلى حبيبات الرمل الناعمة، والطمي والطين الخزفيّ. وتؤلّف تلك الترسّبات أخيراً، تشكّلات جديدة تغيّر معالم الأرض.

تساعد التعرية، مثلها مثل التجوية، على تشكيل التربة، وهي أيضاً تعمل على نقلها. فالمياه تحمل التربة إلى السهول الفيضانية حيث يمكن استعمالها للزراعة. وعندما تفيض الأنهار، تضع ترسّبات غنية على طول ضفافها. فلقرون عدّة، وقبل إنشاء السدّ العالي في أسوان، بقيت الفيضانات تطرح التربة الخصبة على طول ضفاف نهر النيل في مصر.

في بعض أجزاء من العالم، رسّبت الرياح طبقات سميكة من الطمي والغبار. وقد تراكمت تلك الترسّبات لقرون عدّة. ويعود منشأ تلك الطبقات في معظمها، إلى الطمي والطين الخزفي اللذين جرفتهما منذ آلاف السنين، الأنهار الجليدية الذائبة. وتوجد ترسّبات عميقة، على خطوط العرض المتوسّطة في الصين، الولايات المتحدة، الاتّحاد السوفياتي السابق والأرجنتين. إنّ هذه التربة ليست فقط واحدة من أكثر الترِبات خصوبة، بل هي أيضاً من أكثرها تأثّراً بعوامل التعرية.

التعرية بواسطة الماء

تُعتبر المياه المتحرّكة عاملاً أساسياً في التعرية. فالأمطار تحمل جزيئات من التربة وتجرف ببطء قطعاً من الصخر والمياه الموحلة، إشارة إلى قيام التعرية بعملها؛ كما أنّ اللون الوحليّ دليل على وجود قطع من الصخر والتربة معلّقة في الماء.

يمكن أن تأخذ ترسّبات الصخر المتعرّي[2]، على سفوح الجبال، شكل مراوح طينيّة. فالطين – وقوامه الحصى، الرمل ومواد أخرى متجوّية[3] – يتجرف مع المياه المندفعة على الجوانب الجبليّة المنحدرة. وعندما تصل تلك المياه إلى واد أو سهل ما، تأخذ بالانتشار وتبطىء من اندفاعها، فترسّب الطين الذي تحمله، وتتراكم الترسّبات بترتيب يأخذ شكلاً مروحيّاً.

وتُنقل المواد المتجوّية عبر مياه الجداول. وتعمل هذه الأخيرة، وهي تحمل الترسّبات، على جرف الأرض، فتحفر القنوات أو الوديان، في عملية تسمّى النحات

(١) الاسفين: وتد يوضع بين شافوين لإبعادهما عن بعضهما.

(٢) المتعرّي: المتأثر بعوامل التعرية.

(٣) متجوّية: متأثرة بعوامل التجوية.

الولايات المتحدة: مشهد لجسر صخريّ طبيعيّ تكوّن بفعل عوامل التجوية والتعرية في وادي الموت

Abrasion. ويمكن للمياه حاملة الرواسب أن تفتّت مع الوقت، وتشحذ جوانب واد ما، إلى أن تشكّل سهلاً. ويحدث ذلك عندما تصبح جوانب وديان، تشكّلت حديثاً، شديدة الانحدار لدرجة أنّها تتجوّف، فتتوسّع الوديان تدريجيّاً، وتتباطأ تيّارات الأنهار التي تجري فيها.

عندما تبطىء الأنهار من اندفاعها، تلقي بحمولتها من الصخر الثقيل. وتبدأ المياه بالانعطاف حول الصخور الكبيرة في حوض النهر، بدلاً من الاندفاع فوقها. أخيراً، يبدأ بعض الأنهار بتشكيل منعطفات واسعة تسمّى تعرّجات. وتعمل الأنهار المتعرّجة على توسيع الوديان أكثر فأكثر. وفيما هي تتعرّج، تضع الأنهار رواسبها على طول سهول فيضاناتها.

أخيراً، تنجرف إلى المحيط، كميّات هائلة من الترسّبات، تحملها الأنهار. وقد يتطلّب الأمر آلاف الأعوام، حتى تقوم جزيئة نوعيّة من التربة، برحلتها التي تبدأ في جبل ما وتنتهي عند المحيط. مع ذلك، هناك ملايين من أطنان الترسّبات، التي تضعها الأنهار كلّ سنة، في مياه المحيط، حيث يمكن أن تتشكّل أرض جديدة.

يضع النهر عند مصبّه – المكان الذي يتّسع فيه ويلتقي بجسم مائيّ آخر – حمولته من المواد المتجوّية. وقد تتراكم قطع صخريّة وحبيبات من التربة، عند مصبّ نهر ما، فتشكّل موضع ترسّبات، يُعرف بالدلتا.

تعمل التعرية بواسطة المياه على تغيير أشكال الخطوط الساحليّة. فالأمواج تتحطّم على الشواطىء باستمرار وبقوّة كبيرة في غالب الأحيان، فتفتّت الصخور إلى حصى، وتحوّل الحصى إلى رمال.

قد تحمل المياه الرمل بعيداً عن الشواطىء. ففي الضفاف الخارجيّة مثلاً، وهي سلسلة من الجزر المتاخمة لساحل ولاية نورث كارولينا في الولايات المتّحدة، عملت مياه المحيط على تعرية القسم الأكبر من الساحل، حيث تنتصب منارة رأس هاتيراس. فعند إنشاء المنارة سنة ١٨٧٠، كانت تبعد عن المحيط حوالى الألف متر. أمّا الآن، فلا تفصلها عن المياه سوى مسافة تقلّ عن الستين متراً.

للأمواج القدرة على بناء الشواطىء، تماماً مثلما تهدمها. فالتيّارات الناتجة عن الأمواج يمكن أن تنقل الرمل من قاع البحر لتعيده إلى الشاطىء. وتقوم تلك العمليّة، التي تحدث في رأس كود في ولاية ماساشوستس في الولايات المتّحدة، بتوسيع الشواطىء الموجودة هناك.

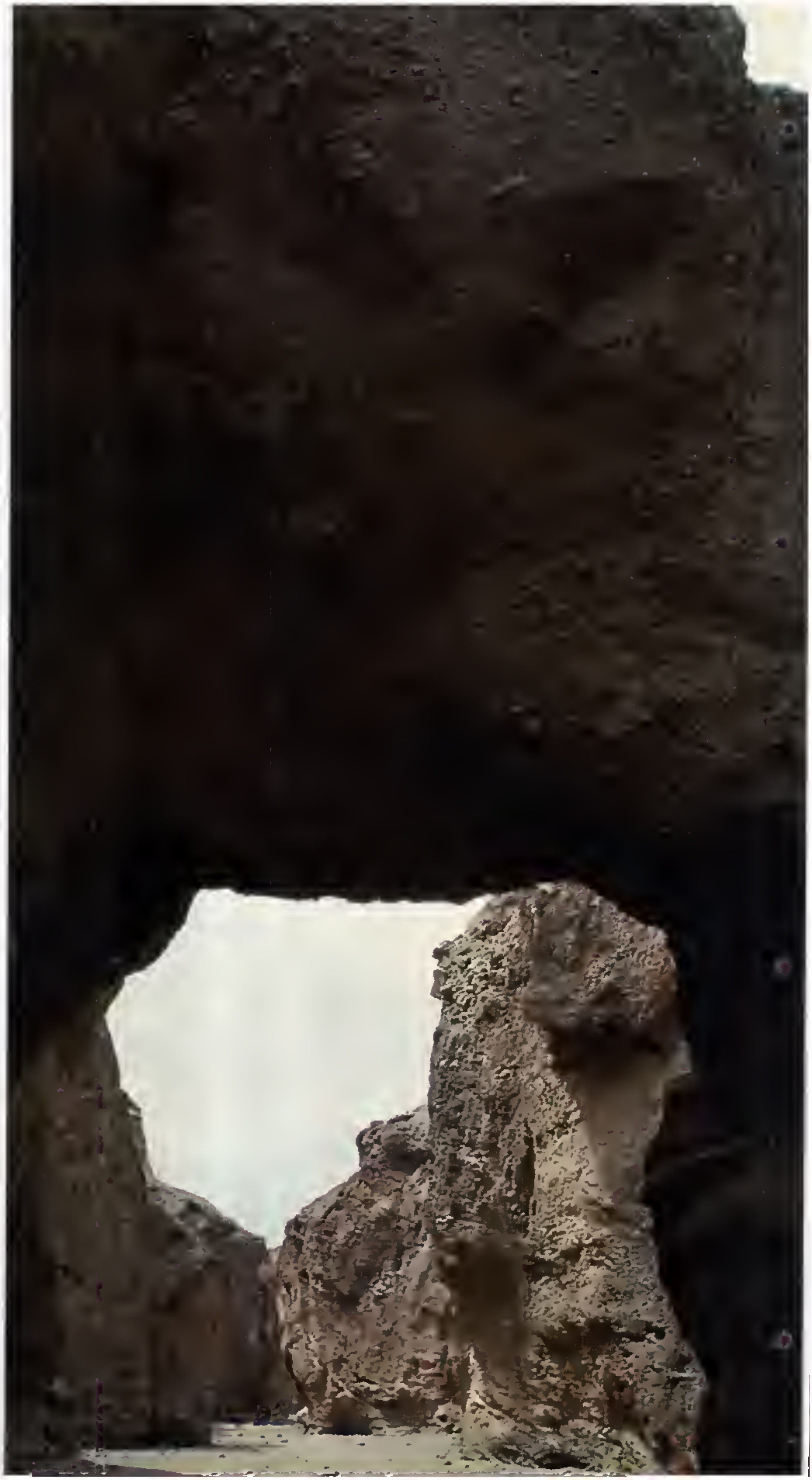
وفي الجروف الساحليّة، يمكن أن يؤدّي تحطّم أمواج المحيط، إلى حفر ثغرات تتحوّل، في ما بعد، إلى كهوف. وتخرق المياه في بعض الأحيان، الجهة الخلفيّة لكهف ما، فتشكّل قوساً. وقد يتسبّب تلاطم الأمواج المستمرّ، بوقوع الجزء العلويّ من القوس، فلا يبقى منه إلّا العواميد منتصبة، وهي تُسمّى عرمات[٤] البحر.

ومع الوقت، يُسحق الصخر الذي تفتّت من الأقواس ويصبح رملاً، ثم يُنقل ويترسّب في مكان ما على طول الساحل. وهناك تبدأ عمليّة بناء شاطىء أو حاجز رمليّ جديد.

التعرية بواسطة الأنهار الجليديّة

يعمل الجليد أيضاً، على تعرية الأرض. وفي قمّة العصر الجليديّ الحديث، أي منذ حوالى ١٨,٠٠٠ سنة، كانت أنهار جليديّة كبيرة، وتسمّى أغطية

(٤) عرمات: جمع عرمة، وهي ترسّبات عاموديّة الشكل.



جليديّة، تغمر أجزاء واسعة من سطح الأرض، بما فيها اجزاء من أوروبا الشماليّة، وشمال أميركا.

وخلال تحرّك تلك الكتل من الجليد، كانت تلتقط التربة والصخور وتغمر كلّ شيء في طريقها. وقد جرفت أغطية الجليد، كميات هائلة من التربة من كندا الوسطى، كما حملت التربة باتّجاه الجنوب، ووضعتها في السهول الوسطى للولايات المتحدة.

كذلك، حفرت الأغطية الجليديّة أحواضاً أصبحت بحيرات في ما بعد – من بينها بحيرات فينجر Finger في غرب ولاية نيويورك. وقد تشكّلت أحواض تلك البحيرات بواسطة أغطية جليديّة انحدرت عبر مجموعة من الوديان المتوازية وحفرت فيها أحواضاً عميقة.

عندما يذوب نهر جليديّ، فهو يرسّب حمولته من التربة والصخر. وتسمّى ترسّباته الجُرافة، وهي قد تحتوي على صخور كبيرة مستديرة. وقد تقوم الجرافة في بعض الأماكن، بدور السدّ، اذ تسدّ الوديان وتشكّل مناطق تتجمّع فيها الماء ضمن بحيرات. وفي أماكن أخرى، تتكدّس أكوام من الترسّبات الجليديّة لتشكّل سلاسل طويلة من المرتفعات الأرضيّة، مثل جزيرة لونج أيلاند في ولاية نيويورك ورأس كود في ماساشوستس.

لا تزال أنهار جليديّة عملاقة تغطّي الكثير من القطب الجنوبيّ وجرينلاند. لكن اليوم، يتشكّل معظم الأنهار الجليديّة الصغيرة، في أعالي الجبال. وهناك، تتراكم الثلوج من سنة إلى سنة وتتحوّل إلى جليد. وفيما تزحف تلك الأنهار الجليديّة نزولاً، تقوم بحفر نتوءات حادّة، تسمّى الحروف، بين وديان على شكل U. وقد تشكّل الأنهار الجليديّة تلك، خلجاناً صغيرة تسمّى الألسن البحريّة، في المكان الذي تبلغ فيه المحيط.

التعرية بواسطة الريح

تحمل الريح الغبار والرمل والرماد البركانيّ، وتحفر السطوح الأرضيّة. وهي تعمل جنباً إلى جنب مع عوامل التجوية والتعرية الأخرى، لكي تشحذ سطوح الحرف، وتبني تلالاً من الرمل تسمّى الكثبان الرمليّة.

في المناطق القاحلة، يمكن أن تضرب العواصف الرمليّة، الصخور بقوّة هائلة، فتشحذ المناطق الصخريّة الهشّة، وتحفر تشكيلات غير عاديّة في المناطق الصخريّة الأكثر صلابة.

إنّ الريح، على عكس المياه، يمكن أن تنقل الترسّبات باتّجاه الأعلى كما في اتّجاه الأسفل. وهي ميزة تعطي الرياح القدرة على بناء الكثبان الرمليّة.

توجد الكثبان الرمليّة على طول السواحل وفي بعض الصحاري، حيث تتراكم ترسّبات كبيرة من الرمل. وهناك حقول واسعة من الكثبان في الشرق الأوسط وشمال أفريقيا. قد تتشكّل الكثبان أيضاً، على طول الشواطىء الرمليّة لبعض الأنهار والبحيرات؛ كما حدث على طول ضفاف بحيرة ميتشيجان وبحيرة سابيريور في أميركا الشماليّة.

تتحرّك الكثبان وتتغيّر باستمرار، إذ تلتقط الرياح الرمل وتنقله. ويمكن للكثبان أن تنتقل بعيداً لدرجة أنّها تغمر في طريقها، الزرع والمنازل. وهي تأخذ أشكالاً متنوّعة ومتغيّرة، منها التلال، والسلاسل المنحنية، والمرتفعات الهلاليّة[٥]. ومن النماذج الرمليّة المتغيرة، التي يمكن أن تكدّسها الريح، كثبان رمليّة نجميّة الشكل.

إنّ الكثبان التي تتشكّل على طول الجزر المتاخمة للساحل وعلى طول الشواطىء، تساعد في حماية مناطق اليابسة من عوامل التعرية. ويعمل الناس، على طول شواطىء عدّة، على المحافظة على الكثبان الرمليّة، بزرعها بالحشائش الساحليّة والنباتات الأخرى. فجذور الأعشاب المنتشرة في العمق، وجذوع النباتات الأخرى المتسلّقة، تساعد في تثبيت الكثبان الرمليّة، بإرساء بعض أجزاء من الرمل.

التأثير البشريّ

تحدث عمليّات التجوية والتعرية بشكل طبيعيّ، وهي تسرّع في بعض الأحيان، بفعل نشاطات البشر، وغالباً ما تكون النتائج ضارّة. إنّ بعض الأنواع من الهواء الملوّث تزيد من نسبة التجوية، كما أنّ بعض الأعمال الزراعيّة وأعمال التنقيب والبناء، يجعل الأرض أكثر عرضة للتعرية بفعل الهواء والماء.

عندما يستخدم الناس المحروقات مثل الفحم والغاز والنفط، تنطلق في الأجواء، موادّ كيميائيّة مثل اكسيد النتروجين وثاني اكسيد الكبريت. وعندما تتّحد تلك الموادّ الملوّثة مع أشعّة الشمس والرطوبة، تتحوّل إلى حوامض تتساقط مع الأمطار وترسّبات أخرى.

يُعرف هذا النوع من الترسّبات، بالمطر الأسيديّ. ويتأثّر حجر البناء والطلاء بعوامل التجوية، بسرعة أكبر، عندما يتعرض للمطر الأسيديّ. ويُعتبر هذا المطر مسؤولاً عن التدهور السريع للكثير من المنشآت الحجريّة التاريخيّة، مثل البارتينون Parthenon في اليونان.

يحتاج الناس إلى التربة من أجل نموّ المحاصيل الزراعيّة، لكنّ التعرية قد تحمل التربة الخصبة بعيداً، فالأمطار والفيضانات مثلاً، قد تعرّي الحقول من تربتها السطحيّة وتطيح بها الرياح بعيداً. كذلك فإنّ بعض الممارسات الزراعيّة يزيد من فرص تعرّض التربة لعوامل التعرية.

عندما يقوم المزارعون بحراثة المناطق الجافّة، تتمكّن الريح بسرعة من الاطاحة بسطح التربة المكشوف. وأيضاً، عندما يحرثون حقولهم في أعلى المنحدر الأرضيّ وأسفله، بدلاً من المرور بداخله، تتمكّن المياه من جرف سطح التربة بسهولة أكبر. وقد يُحدث سقوط الأمطار الغزيرة انزلاقات أرضيّة، تؤدّي إلى تدمير الحقول والقرى.

إنّ إزالة الغابات – تفريغها من الأشجار، إمّا بقطعها أو بحرقها – تساهم أيضاً في التسريع بتعرية التربة. فعندما تزول الغابات، تصبح التربة التي كانت مثبتة بالأشجار، أكثر عرضة للتعرية. وقد تحدث الإنزلاقات الأرضيّة. هذا بالإضافة إلى تدفّق المياه فوق التربة المكشوفة، بدلاً من تسرّبها إلى الداخل، الأمر الذي يؤدّي إلى الفيضانات. ففي بنجلادش مثلاً، أصبح حدوث الفيضانات أكثر تكراراً، بعد قطع كلّ الغابات القائمة عند سفوح الهيمالايا، لاستخدام أخشابها وقوداً، أو إفساح المجال لانشاء الحقول وبناء المنازل.

التعدين المعرّي Strip mining، طريقة تعدين سطحيّة، يستخرج فيها الفحم، وتصبح من بعدها الأرض جرداء تماماً، بعد تعريتها من الصخور والتربة والنباتات. إنّ الأرض التي تخضع لمثل هذا النوع من التعدين، تتأثر بسهولة بعوامل التعرية، إذ تنتزع منها النباتات التي تثبت فيها التربة وتحميها. إنّ الإنزلاقات الوحليّة شائعة في مثل تلك المناطق، خصوصاً في مواسم الأمطار الغزيرة.

(٥) المرتفعات الهلاليّة: مرتفعات على شكل هلال.

مشهد لصخرة معروفة بـ «حدوة الحصان» في نهر كولورادو في ولاية أريزونا، تكوّنت بفعل عوامل التجوية والتعرية



عجائب العالم الطبيعيّة السبع

عجائب العالم الطبيعيّة السبع، هي جدول بالمعالم الطبيعيّة البارزة، الموجودة على سطح الأرض. ويستعين المدرّسون بهذا الجدول لتعريف الطلاب على دراسة علم الأرض، كما أنّه يجعلنا نقدّر التنوّع الكبير الذي توفّره لنا المناظر الطبيعيّة. ويرتكز وضع مثل هذا الجدول، على عوامل تؤخذ بالإعتبار، وتتضمّن الميزات الجغرافيّة للمعالم المذكورة فيه، إضافة إلى أهميّتها الجغرافيّة ومدى اجتذابها السيّاح. وهناك جداول كثيرة متنوّعة، إلّا أنّ اللائحة التي يتوافق عليها علماء الأرض بغالبيّتهم، لا بدّ أن تتضمّن معظم المعالم التالية:

الجراند كانيون Grand Canyon (الوادي الكبير): في الولايات المتحدة. وهو من المعالم التي تخطف الأنفاس. وقد نتج عن تآكل الصخور الذي تسبّب به نهر كولورادو، على مدى حوالى الستة ملايين سنة. ويمتدّ الوادي عبر شمال غرب ولاية أريزونا، على مسافة ٤٤٦ كم، وبعمق يبلغ حوالى ١,٦ كم. وقد كشف التآكل أيضاً عن تشكيلات من الصخور، تمثّل ١,٧٥ مليار من السنين عبر تاريخ الأرض. إلّا أنّ إنشاء سدّ جلن كانيون Glen Canyon عند أعالي مجرى النهر قبل الجراند كانيون، تسبّب في الحدّ من تدفّق المياه، وبالتالي من معدّل التآكل.

جبل إيفيرست: ويرتفع ٨٨٤٨ متراً عن سطح البحر. وهو أعلى جبل في العالم، يقع على الحدود بين النيبال والتيبت في سلسلة جبال هيمالايا. وقد تكوّنت هذه السلسلة بنتيجة التصادم التدريجيّ لاثنتين من أصل ثلاثين صفيحة تكتونيّة تقريباً، تتكوّن منها القشرة الأرضيّة. وقد انثنت إحدى هاتين الصفيحتين من جرّاء التصادم الحاصل، تماماً كما ينثني غطاء المائدة عندما يُدفع من أحد أطرافه، وهنا تمثّل الثنية الأعلى من الغطاء، جبال هيمالايا. ولا تزال سلسلة الجبال هذه، ترتفع بمعدّل سنتيمتر واحد كلّ سنة.

صخرة آيرز Ayers Rock: وهي أكبر كتلة حجر واحدة في العالم، ترتفع ٣٤٨ متراً فوق مستوى صحراء وسط أستراليا. وللصخرة شكل مخروطيّ، ويبلغ محيطها حوالى ٩ كم، وهي من الحجر الرمليّ الأحمر، كما وتُعرف باسم «أولورو» بلغة سكّان أستراليا الأصليّين.

سيرفان (ماترهورن): وهو أحد أجمل الجبال على سطح الأرض. تقع قاعدته في سويسرا وإيطاليا، أمّا قمّته فهي في سويسرا وترتفع ٤٤٧٨ متراً فوق سطح البحر. ويُعرف جبل سيرفان (ماترهورن) بشكله الهرميّ المميّز. ويسمّيه علماء الأرض «القرن». وقد اكتسب شكله «القرنيّ» بفعل أنهار الجليد التي دأبت على حتّ الصخور من الجبل ودفعها من جهات متقابلة باتّجاه الداخل.

شلّالات فيكتوريا: وهي شلّالات على نهر الزمبيزي في جنوب أفريقيا، بين زيمبابوي وزامبيا. ويبلغ عرض هذا النهر في منطقة الشلّالات حوالى ١,٦ كم. وتصبّ الشلّالات في مجرى ضيّق من علوّ ١٠٨ أمتار. ويشكّل اسمها باللغة المحليّة، وهو Mosi Oa Tunya أي الدخان الراعد، وصفاً للضجيج الهائل الذي يصدر عن هذه الشلّالات ورذاذ الماء الذي يتطاير منها.

فوهة النيزك Meteor Crater: المعروفة أيضاً باسم فوهة بارينجر. وهي منخفض أرضيّ دائريّ هائل، بالقرب من ونسلو في ولاية أريزونا في الولايات المتّحدة. وقد تشكّلت هذه الفوهة، عندما اصطدم نيزك بالأرض منذ حوالى خمسين ألف سنة – وهو حدث ليس ببعيد في تاريخ الجيولوجيا. ويبلغ عمق الفوهة ١٧٥ متراً وقطرها ١٢٧٥ متراً. ويعتبرها العلماء أفضل فوهة من نوعها على الأرض لأنّها تشكّلت منذ عهد قريب جداً، ولا تزال بحالٍ مثاليّة.

الحاجز المرجانيّ الكبير Great Barrier Reef: وهو أطول مجموعة من الحيود المرجانيّة في العالم، يحاذي ساحل أستراليا على طول ٢٠١٠ كم، ويتألّف من جزر صغيرة من المرجان الصلب وبقع الرمل المرجانيّ، والمرجان المغمور بالماء. ويتألّف المرجان من الهياكل المتصلّبة لحيوانات البولب Polyp الميتة: وهي كائنات مائيّة من الجوفات. إلّا أنّ المليارات من هذه الكائنات الحيّة تبقى معلّقة في المرجان المغمور بالمياه؛ وهي تضفي، إلى جانب حيوانات مائيّة أخرى، ألواناً زاهية على أجزاء الحاجز المرجانيّ الكبير، الموجودة تحت سطح الماء. ويشعر الكثير من الناس بالقلق، إزاء الضرر الذي قد يُلحقه بالحيد المرجانيّ، العدد الكبير من السيّاح الذين يأتون لمشاهدته.



تكوّن جزيرة بركانية: **تشكّلت جزيرة سورتسي في تشرين الأول ١٩٦٣، بفعل ثوران بركان تحت مائي. عندما يحدث مثل هذه الثورانات، تبرد فجأة الصهارة، الخارجة من شقّ في قاع المحيط، عند احتكاكها بمياه البحر الباردة. فتبع ذلك سلسلة من الانفجارات العنيفة التي يتسبّب بها بخار الماء، مع تدفّق حمم بركانية تتراكم حول الشقّ لتكوّن مخروطاً بركانياً، يمكنه أن يرتفع فوق سطح الماء، كما في حالة جزيرة سورتسي. هذا النوع من التكوينات قصير الأجل عادةً، إذ إن الأمواج تفتته وتدمره في وقت قصير.**

الفوهة

الفوهة هي منخفض، له شكل القمع أو الدّست، على سطح الكواكب والأجسام الأخرى في النظام الشمسيّ. ولقد تشكّل معظم الفوهات على الأرض بفعل الثورات البركانيّة، كما أنّ قسماً منها حدث بنتيجة الإنفجارات التي تقذف الرماد ومخلّفات أخرى عبر فتحات البراكين، ونادراً ما يتجاوز عرضها ٢ كم. أمّا القسم الآخر من الفوهات فقد نتج عن انهيار سطح الأرض بعد تراجع الحمم من تحتها. وقد تكوّن المنخفضان اللذان تشغلهما بحيرة كرايتر Crater Lake في ولاية أوريجون في الولايات المتحدة وفوهة كيلاويا Kilauea في جزيرة هاواي، بسبب حدوث انهيار مماثل. الفوهات الناجمة عن الإنهيار، التي يتجاوز عرضها الكيلومتر الواحد تسمّى كالديرا. أمّا الفوهات الأصغر، فتسمّى الحفر. وتكثر الفوهات على سطح القمر أكثر منها على سطح الأرض. وهي تشكّلت كلّها تقريباً بفعل ارتطام نيازك كبيرة بسطح الكوكب.

منتزه بحيرة الفوهة الوطني Crater Lake National Park: وقد تمّ إنشاؤه في جنوب غرب ولاية الأوريجون، للمحافظة على بحيرة كرايتر الفوهة وعلى الغابات المحيطة بها. وهناك، ترتفع جدران بركان قديم هو جبل مازاما، ما بين ١٥٢ إلى ٦١٠ أمتار، فوق سطح البحيرة، وقد تحوّلت هذه الجدران إلى أشكال رائعة بفعل عوامل الطقس. كذلك ترتفع عدّة قمم من جبال الكاسكاد بالقرب من البحيرة، وهي تتضمّن جبل سكوت Mount Scott، وكلاود كاب Cloud Cap ولاو روك Llao Rock. وتتشبّث أشجار الصنوبر بالصخور المتكسّرة حول البحيرة، وغالباً ما تنعكس صورتها في الماء. وهناك أيضاً أكثر من خمسمائة صنف من النباتات المزهرة والخنشار والأزهار التي تنبت في المروج وعلى المنحدر البركانيّ، هذا بالإضافة إلى عدد كبير من الطيور والحيوانات. وفي عام ١٩٠٢، أمر الرئيس تيودور روزفلت بتخصيص مساحة عشر مقاطعات من ولاية أوريجون من أجل إنشاء المنتزه.



فوهة الفيزوف: **يتألف هذا البركان الشهير الواقع قرب مدينة نابولي من قمتين تنتمي كل منهما إلى نوع مختلف تماماً. جبل سوما هو بقايا فوهة قديمة دمّرت بفعل انفجارات متتالية، والمخروط الكبير، الذي يحمل الفوهة الحالية، هو جبل يبلغ أقصى ارتفاع له ١٢٧٧م وتنعكس صورته في خليج نابولي. حدث أول ثوران موثّق لهذا البركان سنة ٧٩ ميلادية. وقد دمّرت في حينها مدن بومبيي وهركيولانيوم وستابيا المجاورة للبركان، ودفنت تحت المواد البركانية.**



مخروط بركاني (أعلاه)

يتميّز هذا التكوين البركاني، القائم في أميركا الوسطى، بشكل مخروطي نموذجي. إنه بركان طباقي، أو مركّب، تشكل بتراكم طبقات متناوبة من الحمم والمواد البركانية (رماد وقنابل بركانية). يتشكّل الرماد أثناء فترات السكون النسبي التي يشهدها البركان، بينما ترتبط القنابل البركانية بالنشاط الانفجاري، الذي تسبقه هزّات وأصوات مدوّية، وتترافق مع انبعاث عمود كبير من الغازات والبخار الضُباري من فوهة البركان (انظر الصورة). غالباً ما تتمدّد هذه الغازات والأبخرة إلى الأعلى، متخذة شكل شجرة الصنوبر.



سانتورين، الانفجار البركاني الذي دمّر حضارة

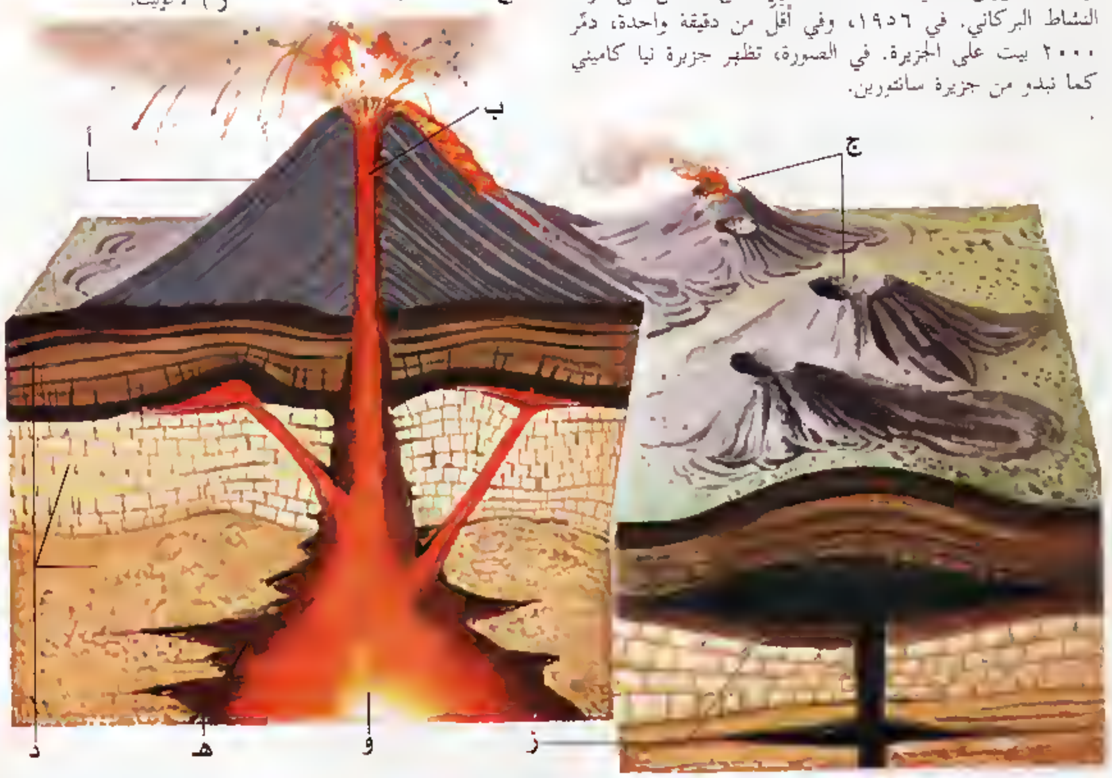
تنتمي جزيرة سانتورين إلى مجموعة جزر السيكلاد الواقعة في جنوب بحر ايجه. وتشكل سانتورين أحد الآثار الباقية من أرض ايجيد القديمة التي كانت تصل اليونان بآسيا الصغرى. قبل ١٢٥٠ ق.م، كانت سانتورين، المعروفة في ذلك الوقت باسم تيرا، جزيرة تقع على المحيط الدائري لمنطقة كانت تزدهر فيها حضارةٌ من النوع الكريتي المينوي.

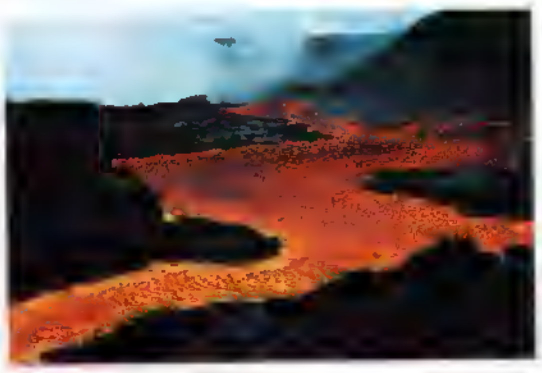
حوالى ١٢٥٠ ق.م، دمّر ثوران بركاني عنيف الأقسام الداخلية المأهولة من الجزيرة التي تحوّلت إلى ركام، ولم يبقَ من الجزيرة سوى قطاع هلالي الشكل وعدد من الجزيرات الصغيرة. وهكذا، قضي على جماعة بحرية مزدهرة في بدء نشأتها. يؤكد بعض علماء الآثار أن كارثة تيرا تفسّر الانهيار المفاجيء للحضارة الكريتية المينوية. ويعللون ذلك بأن الرماد المنبعث من تيرا قضى على النبات وجعل مرافيء كريت غير صالحة للإبحار. في الأزمنة الحديثة، بدأ بركان سانتورين، الذي كان ساكناً، يظهر بعض الدلائل على عودة النشاط البركاني. في ١٩٥٦، وفي أقل من دقيقة واحدة، دمّر ٢٠٠٠ بيت على الجزيرة. في الصورة، تظهر جزيرة نيا كاميني كما تبدو من جزيرة سانتورين.

منظر قطاعي لبركان نموذجي (أدناه)

يظهر الرسم البياني منظراً قطاعياً للغلاف اليابس في منطقة بركانية. يبيّن الرسم عناصر البركان الأساسية والمظاهر النموذجية للأرض البركانية. تتجمّع الصهارة في خزان الصهارة، ثم تصل إلى السطح عبر شقوق في القشرة أو على طول خطوط الوهن. تبقى الصهارة (التي تصبح حمماً عند خروجها إلى السطح)، بعد ذلك في الغلاف اليابس وتبرد ببطء لتشكّل الـ«لاكوليت» (لاكوليت: كتلة من الصخور الاندساسية المتوافقة تشبه الخزّان المقبّب).

أ) مخروط بركاني مؤلّف من طبقات من الحمم والمواد المنبعثة.
ب) عنق بركاني.
ج) مخاريط متفرقة.
د) صخور رسوبية (حجر رملي، حجر كلسي، طين صفحي).
هـ) صخور متحوّلة.
و) خزان الصهارة.
ز) لاكوليت.





سيول الحمم

سيول من الحمم تتمعّج على سفوح بركان پيتون دو لا فورنيز Piton de la Fournaise القائم على جزيرة ريونيون، وهي جزيرة واقعة في المحيط الهندي إلى الشرق من مدغشقر. عندما تكون في حالة السيولة، تجري الحمم، التي تراوح حرارتها بين ٨٠٠ و ١٠٠٠° مئوية، في أنهار وجداول، وتشكل شلالات وبحيرات.

أنواع البراكين

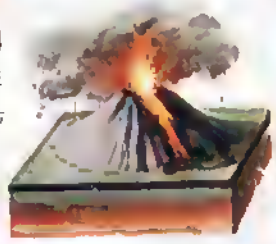
النوع الهاوايي

يتميّز بدفق مستمر من الحمم الشديدة السيولة.



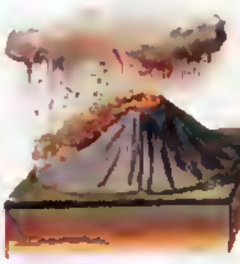
النوع السترومبولي

تجري كميات صغيرة من الحمم، ترافقها انفجارات متقطعة.



النوع الفولكاني

إطلاق عنيف لكميات من الرماد والمواد الأكبر حجماً، ترافقه سحابة من الدخان مميّزة جداً.



البراكين

البركان فتحة في سطح الأرض تثور (أي تنبثق) منها اللّابة[*] Lava والغازات الحارّة وشظايا الصّخور. تتشكّل هذه الفتحة لدى اندفاع الصّخور المنصهرة من الأعماق إلى السّطح. معظم البراكين جبال ذات أشكال مخروطيّة في الغالب. وقد تشكّلت هذه الجبال من جرّاء تراكم اللّابة ومواد أخرى مقذوفة خلال الثّورات البركانيّة.

وتشكّل الثّورات البركانيّة مشاهد مذهلة. ففي بعض الثّورات، ترتفع غيوم ناريّة ضخمة فوق الجبل وتنساب أنهار من اللّابة المتوهّجة على جوانبه. وفي ثورات أخرى، ينطلق رماد وجمر أحمر اللّون وحارّ جداً من الفوهة، وتُقذف كُتل كبيرة من الصّخر في الهواء. وقد تؤدّي الثّورة البركانيّة إلى تفجير الجبل بأسره في حال الثّورات العنيفة.

ويحصل بعض الثّورات في جزر بركانيّة هي في الواقع جبال بركانيّة تكوّنت من تراكم اللّابة فوق قاع المحيط حتّى برزت إلى سطحه. وتحدث ثورات أخرى خلال شقوق في قاع المحيط، وفي هذه الحال تتوزّع اللّابة بعيداً عن الشّقوق فتضيف عند تجمّدها طبقات إضافيّة إلى القاع.

ولطالما دُهش النّاس أمام الثّورات البركانيّة وخافوا من شدّتها. فالكثير من الانفجارات البركانيّة خلّفت كوارث عدّة خلال التّاريخ، فمحت مدناً بأسرها عن وجه الأرض وأودت بحياة آلاف النّاس. وقد لعبت البراكين دوراً كبيراً في ديانات الشّعوب القديمة. وتشتقّ التسمية التي يطلقها الأوروبيون على البراكين من ڤولكان Vulcan، إله النّار عند الرّومان القدماء، الذين كانوا يعتقدون أنّ هذا الإله كان يحيا تحت جزيرة واقعة في البحر مقابل السّاحل الإيطالي. وقد أسموا الجزيرة ڤولكانو.

كيف يتشكّل البركان؟

تتشكّل البراكين بفعل قوى شديدة الطّاقة في باطن الأرض، ما يزال العلماء غير مستوعبين لها تماماً. لكنّ عدّة نظريّات تحاول شرح كيف تُشكّل هذه القوى البراكين. ونورد هنا النظريّة الأكثر شيوعاً حول تشكّل البراكين وثورانها.

بداية البركان: تبدأ البراكين على شكل صُهارة Magma، وهي صخور مصهورة في باطن الأرض بسبب الحرارة الشّديدة هناك. فعند أعماق معيّنة، تصل درجة الحرارة إلى مستويات عالية جداً بحيث تصهر الصّخور بشكل جزئيّ. وعند انصهار الصّخور، تتولّد كميّات كبيرة من الغاز تختلط مع الصُّهارة. ويتشكّل معظم الصّهارة على عمق يتراوح بين ٨٠ و١٦٠ كم تحت سطح الأرض، ويتشكّل بعضها على عمق ٢٤ إلى ٤٨ كم.

ترتفع الصّهارة الممزوجة بالغاز إلى السّطح تدريجيّاً لأنّها أخفّ من الصّخور الصلبة المحيطة بها. وأثناء هذه العمليّة، تصهر الصّهارة بعض الصخور الصّلبة وتفتح فيها فجوات. وتتجمّع الصّهارة بعد ذلك في حجرة تبعد عن سطح الأرض ٣ كيلومترات فقط. وتشكّل حجرة الصّهارة Magma Chamber الخزّان الذي يغذّي البركان بالموادّ التي يقذفها عند ثورانه.

ثورة البركان: تخضع الصّهارة الغنيّة بالغازات في حجرتها لضغط كبير يفرضه وزن الصّخور المحيط بها. وبسبب هذا الضغط، تنفجر الصّهارة أو تفتح لنفسها قناة بصهر الصخور المتشقّقة أو الضّعيفة. وتفلت الصّهارة من عقالها، فتفجّر فتحة تسمّى المنفذ المركزيّ Central Vent ينطلق منها معظم الصّهارة والموادّ البركانيّة التي تحملها. وتتراكم الموادّ تدريجيّاً حول هذا المنفذ حتى تشكّل جبلاً هو البركان. وبعد توقف الثّورات، تتشكّل فوهة شبيهة بالزبديّة Bowl على قمّة البركان. ويقع المنفذ المركزيّ تحت الفوهة مباشرة.

وبعد تكوّن البركان، لا يصل كلّ الصُّهارة المقذوفة في الثّورات اللاحقة إلى السّطح عبر المنفذ المركزيّ. فبعض الصُّهارة المنطلقة إلى أعلى يخترق جدار القناة، ويفتح قنوات أصغر في جانب البركان يخرج منها بعض الصُّهارة، فيما يبقى جزء كبير منها في الداخل.

أنواع الموادّ البركانيّة:

تقذف البراكين ثلاثة أنواع رئيسيّة من الموادّ، وهي اللّابة، شظايا الصّخور والغازات. ويختلف محتوى المادّة المقذوفة بحسب درجة لزوجة الصُّهارة.

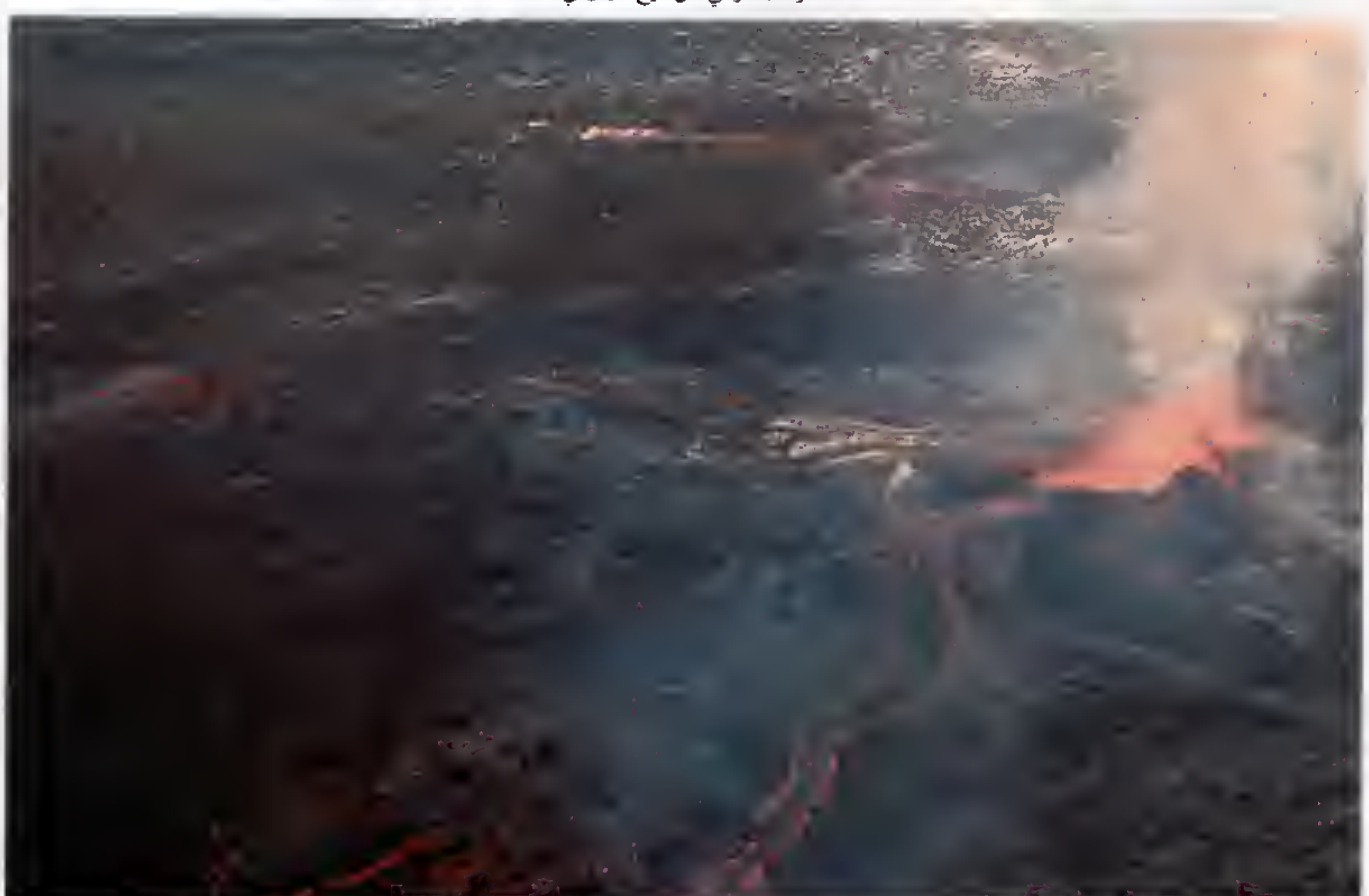
اللّابة: هي الصُّهارة التي نجحت في الخروج إلى سطح الأرض. عندما تصل اللّابة إلى السّطح، تكون حمراء وحارّة، وتجاوز درجة حرارتها ١١٠٠ درجة مئويّة. وتمتاز اللّابة المائعة بانسيابها السّريع على سفوح البركان بينما تسيل اللّابة اللّزجة ببطء. وحين تبرد اللّابة، تتجمّد في أشكال عدّة. فاللّابة المائعة تتجمّد في طبقات صخريّة ناعمة وملتوية تسمّى باهوهو Pahoehoe. أمّا اللّابة اللّزجة فتشكّل طبقات صخريّة خشنة ومثلّمة تسمّى آي آي A A. وتغطّي الباهوهو والآي آي مساحات كبيرة في هاواي، البلد الذي نشأت فيه التّسميتان. وتشكّل اللّابة المتميّزة بلزوجة شديدة جلاميد Boulders وكتلاً صخريّة تسمّى انسيابات كتليّة Block Flows. ويمكن أن تشكّل أيضاً هضاباً صغيرة من اللّابة تسمّى قباباً Domes.

ومن تشكيلات اللّابة الأخرى مخاريط الرّذاذ Spatter Cones والأنابيب اللّابيّة Lava Tubes. ومخاريط الرّذاذ عبارة عن تلال حادّة السّفوح لا يزيد ارتفاع واحدتها عن ٣٠م، وهي تتشكّل من رذاذ اللّابة المتطاير عند ثوران البركان. أمّا الأنابيب اللّابيّة فأنفاق تكوّنها اللّابة المائعة التي تبرد من الخارج وتتصلّب، فيما تظلّ اللّابة الدّاخليّة سائلة وجارية. وبعد انتهاء جريان اللّابة، تخلّف اللّابة الداخليّة أنفاقاً داخليّة.

شظايا الصّخور: وتسمّى أيضاً التّفرا Tephra، تشكيلات من الصُّهارة اللّزجة إلى درجة لا تسمح بخروج الغاز المجمّع فيها بسهولة عندما تقترب الصُّهارة من السّطح أو المنفذ المركزيّ. لكنّ الغاز لا يلبث أن يجمع ضغطاً كبيراً يفجّر اللّابة إلى شظايا. وأنواع الشّظايا الصّخريّة ثلاثة، وهي مرتّبة من الأصغر إلى الأكبر، كما يلي: الغبار البركانيّ والرّماد البركانيّ والقنابل البركانيّة.

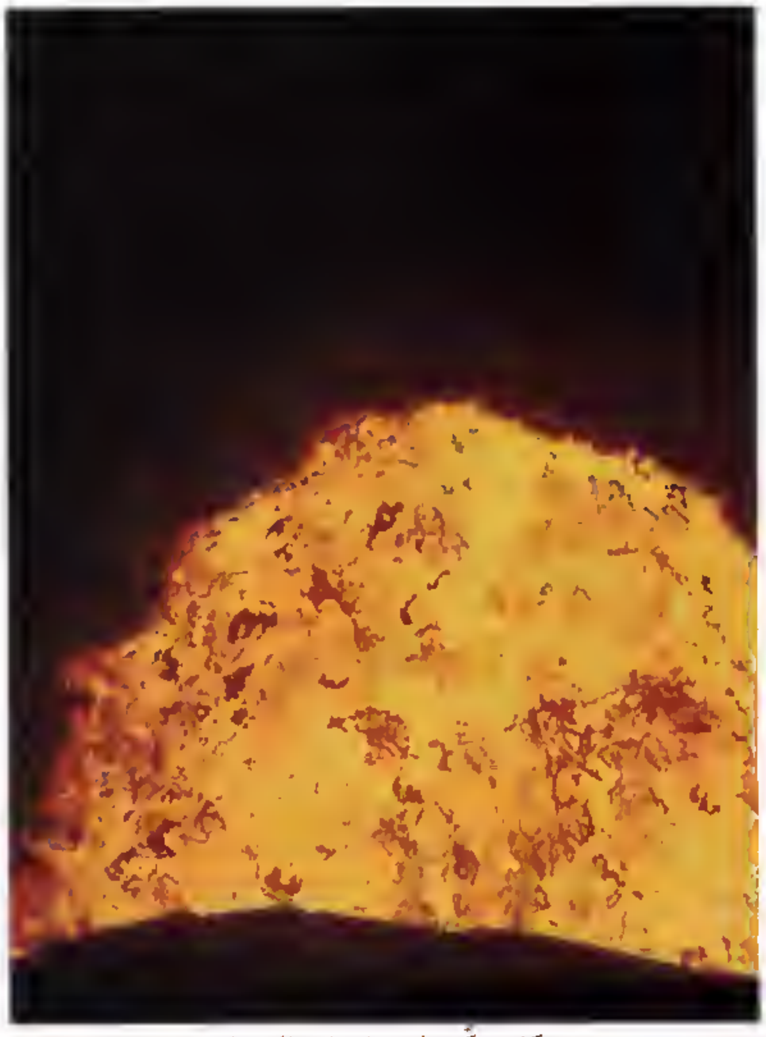
[*] اللّابة: الحمم البركانيّة.

بركان درعيّ من نوع الهاوايي

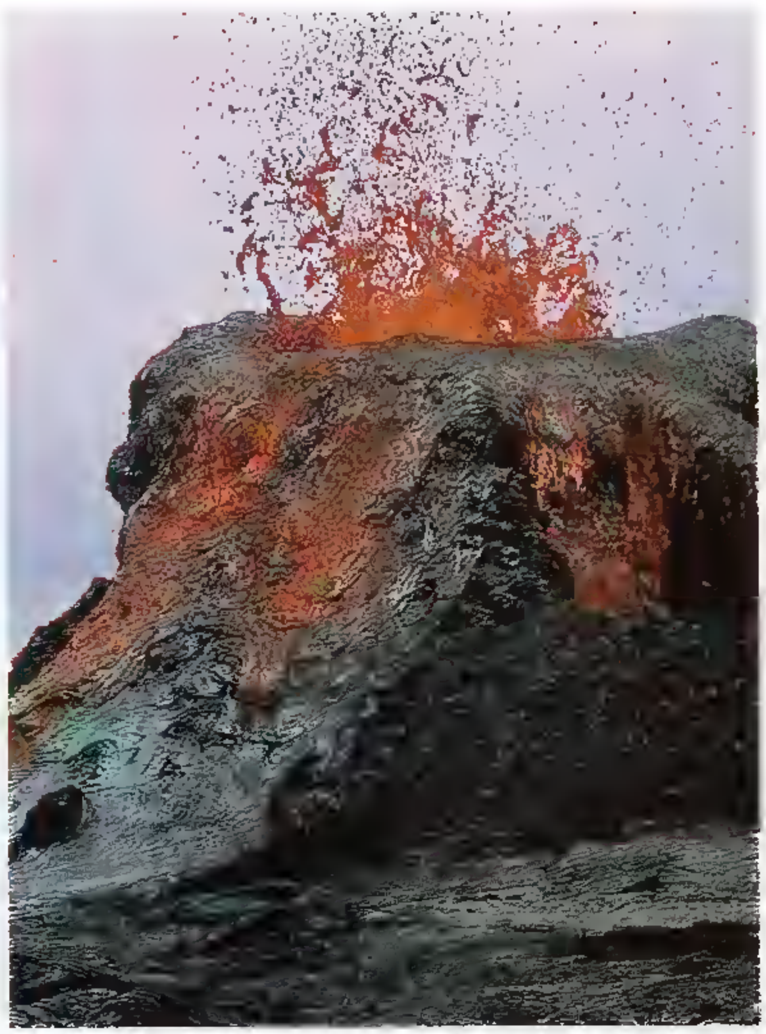




بركان درعيّ من النوع الهاواييّ



بركان مركّب في جبل بيلي، المارتينيك





بركان مخروطيّ جمريّ من النوع السترومبوليّ

يتألّف الغبار البركاني من جسيمات يقلّ قطرها عن ٠,٢٥مم، وهو قادر على الطيران إلى مسافات بعيدة عن البركان. وفي العام ١٨٨٣، ثار بركان كراكاتاو Krakatau في أندونيسيا، وقذف غباراً وصل إلى ارتفاع ٢٧ كم في الهواء. وقد حمل الغبار إلى بقع عدّة من الأرض مشكّلاً غروباً أحمر اللون في أكثر من بلد. ويعتقد بعض العلماء أن الغبار البركاني قادر على إحداث تغييرات مناخية لأنّه يحدّ من كمية ضوء الشمس الواصل إلى الأرض.

ويتألّف الرماد البركاني من شظايا يقلّ قطرها عن ٠,٥ سم. ويتراكم معظم الرماد البركاني على السّطح، ويتّحد في صخور تسمّى طفّات بركانية (جمع طفَة Volcanic Tuff). ويتّحد الرّماد البركاني أحياناً مع مياه الأنهار القريبة، فيشكّل أنهاراً طينيّة Mudflows تغلي مياهها وتصل سرعة جريانها إلى ٩٧ كم في السّاعة، ويمكن أن يكون لها مفعول تخريبيّ شديد الوطأة.

أمّا القنابل البركانية فشظايا كبيرة الحجم يراوح حجمها بين حجم كرة المضرب وكرة السلّة. ولا يزيد طول القنبلة البركانية عن ١,٢م ووزنها عن ٩١ طنّاً متريّاً. وتسمّى القنابل الصغيرة جمرات Cinders.

الغازات: تخرج الغازات من البراكين بكمّيات كبيرة جداً خلال ثورانها. ويغلب على الغازات بخار الماء، إضافة إلى كميّات أقلّ من ثاني أكسيد الكربون والنتروجين وثاني أكسيد الكبريت وغازات أخرى. ويأتي معظم البخار من الصّهارة البركانيّة، لكنّ البعض الآخر يتأتّى من المياه الباطنيّة التي ترتفع حرارتها حين تحتكّ بالصّهارة. وتحمل الغازات كميّات كبيرة من الغبار البركانيّ الّتي تجعل الغازات تبدو كدخان أسود.

أنواع البراكين:

يقسم العلماء البراكين إلى ثلاث مجموعات رئيسيّة: براكين درعيّة Shield Volcanoes، مخاريط الجمر Cinder Cones وبراكين مركّبة Composite Volcanoes. وتختلف أشكال البراكين من مجموعة إلى أخرى، كما تختلف الموادّ الّتي تشكّلت منها.

البراكين الدّرعيّة: تتشكّل عندما تنتشر كميّة كبيرة من اللاّبة سهلة الانسياب على مساحة شاسعة حول المنفذ. ولا تلبث اللاّبة أن تكوّن جبلاً منخفضاً وعريضاً يشبه القبّة. من أبرز الأمثلة جبل ماونا لوا Mauna Loa في هاواي الّذي تشكّل من آلاف التدفّقات المستقلّة والمتراكمة للاّبة. وتصل سماكة كلّ طبقة إلى أقل من ١٥م.

مخاريط الجمر: تتكوّن عندما تنبثق التفرا Tephra من المنفذ وتتساقط حوله. وتتراكم التفرا، وهي عبارة عن جمرات، لتشكّل جبلاً شبيهاً بالمخروط. من أبرز الأمثلة جبل باريكوتين Paricutin في غربيّ المكسيك. وقد انفجر البركان في العام ١٩٤٣ عندما انفتح شقّ في حقل للذّرة. وعندما انتهت ثوراته في العام ١٩٥٢، بلغ ارتفاع الجبل المخروطي ٤١٠م.

البراكين المركّبة: تتشكّل بعد انبثاق لابة وتفرا في الوقت نفسه من منفذ واحد. وتتراكم المادّتان في طبقات متناوبة حول المنفذ لتشكّل جبلاً مخروطيّ الشكل وعالياً. ومن الأمثلة، جبل فوجيياما الرّائع في اليابان، بركان مايون Mayon في الفيليبين وبركان فيزوف Vesuvius في إيطاليا. في سنة ٧٩ ميلادية، ثار فيزوف وطمرت مقذوفاته المدن القريبة منه: بومبيي Pompeii وهركيولانيوم Herculaneum وستابيا Stabia، تحت كتلة من الرّماد والغبار والجمر. ويعتبر جبل سانت هيلين St. Helens، الذي انفجر عدّة مرّات منذ سنة ١٩٨٠، أحد أكثر البراكين المركّبة نشاطاً في الولايات المتّحدة.

قد يحدث أن تفرغ حجرة الصّهارة التابعة لبركان درعيّ أو أحد مخاريط الجمر أو بركان مركّب، وذلك بعد انبثاق معظم محتوياتها إلى الخارج. وبسبب فراغ الحجرة، لا تعود قادرة على حمل البركان الذي يعلوها، فينهار جزء كبير منه مشكّلاً فوهة ضخمة تسمّى كالديرا Caldera. من الأمثلة، بحيرة كرايتر Crater Lake في الأوريجون Oregon، إحدى الولايات المتّحدة، وهي كالديرا مملوءة بالمياه، يبلغ أقصى طول لها ١٠كم وعمقها ٥٨٩ م.

لماذا تتواجد البراكين في أمكنة معيّنة؟

تكثر البراكين على حزام وهميّ يطوّق المحيط الهادىء يسمّى دائرة النار Ring of Fire. كما تنشط البراكين في هاواي وايسلاندا وجنوبيّ أوروبا وفي قاع المحيطات.

وقد طوّر العلماء نظريّة أسموها تكتونيّة الصّفائح تفسّر سبب وجود معظم البراكين – ومعظم الزلازل والجبال أيضاً – في أمكنة محدّدة. بحسب هذه النظريّة، يقسم سطح الأرض إلى عدد من القطع الصخريّة الصّلبة تسمّى صفائح. وتتزحلق هذه الصّفائح أو تنجرف باستمرار فوق طبقة من الصخر المصهور جزئيّاً. وتتقارب كلّ صفيحتين متجاورتين أو تتباعدان بمقدار ١ إلى ١٠ سم في السّنة. وتتصادم أطراف الصفائح جرّاء هذه الحركة أو تتباعد أو تنتقل بمحاذاة بعضها البعض. ويقع معظم البراكين على حدود الصفائح.

يتشكّل معظم البراكين حيث تتصادم صفيحتان وتدخل إحداهما تحت الأخرى. وأثناء هبوط الصفيحة المقتحمة ينصهر جزء منها بسبب الاحتكاك وحرارة الأرض. ويرتفع بعد ذلك القسم المنصهر على شكل صهارة، التي ما ان تصل إلى سطح الأرض حتى تبدأ بتكوين بركان.

ويحدث نشاط بركانيّ حيث تتباعد صفيحتان، وهذا أمر يغلب حدوثه في قاع المحيطات. فمع تباعد الصفيحتين، يسهل للصّهارة المجمّعة تحتهما بالبروز إلى أعلى، عبر المساحة التي تفصل بين الصّفيحتين. وتخرج كميّة كبيرة من اللاّبة إلى قاع المحيط، وبسبب تراكمها تنشأ سلاسل جبال تحت سطح المحيط مثل النّتوء الأطلسي المتوسّط Mid-Atlantic Ridge الذي يمتدّ على طول المحيط الأطلسي. وليست جزيرة إيسلاندا والجزر البركانيّة القريبة منها سوى أجزاء من هذه السلسلة باتت أعلى من سطح المياه.

وبعض البراكين، كتلك المنتشرة في هاواي، يقع بعيداً عن حدود الصّفائح. ويعتقد بعض العلماء

بركان درعيّ من النوع الهاوايي



أنّ هذه البراكين نشأت عندما برز عمود ضخم من الصُّهارة من داخل الأرض إلى سطحها. ويسمّى هذا العمود، الذي يبلغ قطره ١٦٠ كم ويزيد ارتفاعه بين ١٣ و٢٥ سم كلّ عام، ريشة الوشاح Mantle Plume. ويحدث في بعض الأحيان أن يرتفع هذا العمود إلى السّطح بحيث يسمح لقسم من الصّهارة باختراق السطح وتشكيل بركان.

دراسة البراكين:

تسمّى دراسة البراكين علم البراكين Volcanology. وتركّز هذه الدّراسة على طبيعة الثورات البركانيّة وأسبابها، وقد أنقذ هذا الفرع من المعرفة الكثير من الحيوات. وقد أنشأ علماء البراكين عدداً من المراصد على سفوح الكثير من البراكين أو حافّاتها. ومن هذه المراصد، تلك الموجودة على براكين جبل أساما Asama في اليابان وكيلاويا Kilauea في هاواي وفيزوف في إيطاليا.

تصنيف النشاط البركانيّ: يصنّف العلماء البركان على أساس الوقت الذي يمرّ بين ثورة وأخرى. فالبركان يكون ناشطاً، متقطّعاً، هامداً أو خامداً.

تثور البراكين النّاشطة بشكل دائم وهادىء بشكل عامّ، لكنّ ثورة عنيفة تحدث من وقت لآخر. من أبرز البراكين النّاشطة سترومبولي الواقع على جزيرة أمام السّاحل الإيطالي.

تنفجر البراكين المتقطّعة خلال فترات منتظمة تقريباً. من هذه البراكين جبل أساما في اليابان وجبل إتنا Etna في صقلّية وهوالالاي Hualalai في هاواي.

والبراكين الهامدة غير ناشطة، ولكن منذ مدّة غير كافية للتأكّد من أنّها لن تثور مجدداً. من هذه البراكين «النائمة» قمة لاسن Lassen في كاليفورنيا في الولايات المتحدة وباريكوتين في المكسيك.

أمّا البراكين الخامدة فلم نشهد أيّ ثورة منذ بداية التاريخ المسجّل. ومن الأمثلة، أكونكاجوا في الأرجنتين وجبل كينيا في كينيا. ويرجّح العلماء أنّ هذه البراكين لن تنفجر مجدّداً.

تصنيف الثّورات البركانيّة: يقسّم العلماء الثّورات البركانيّة إلى أربع مجموعات أساسيّة: الهاوائيّة، السترومبوليّة، الفولكانيّة والبيليّة. ويعتمد التقسيم على درجة عنف الثورة ونوع المقذوفات.

الثّورات الهاوائيّة، التي أُسميت كذلك نسبة إلى براكين هاواي، هي الأقلّ عنفاً، تُقذَف خلالها لابة مائعة جداً تسيل ببطء من عدّة منافذ وتتراكم لتشكّل تدريجيّاً بركاناً درعيّاً.

والثّورات السترومبوليّة، واسمها نسبة إلى سترومبولي، تنتج عن تسرّب متواصل للغازات من الصُّهارة. ومع خروج الغازات، تنتج التّفرا التي تتراكم لتشكّل مخروط جمر.

وفي حال الثّورات الفولكانيّة، واسمها مستمدّ من جزيرة فولكانو البركانيّة أمام الساحل الإيطاليّ، تسدّ الصّهارة اللّزجة المنفذ المركزيّ، فيتراكم الغاز ويزداد الضّغط حتّى تنفجر الصّهارة على شكل غبار وقنابل بركانيّة.

أمّا الثّورات البيليّة فهي الأعنف. ويأتي اسمها من ثورة جبل بيلي في المارتينيك، إحدى جزر الأنتيل الصغرى، في العام ١٩٠٢. وقد أودت هذه الثّورة بحياة ٣٨,٠٠٠ شخص. وفي الثّورات البيليّة، يتراكم الغاز في صهارة شديدة اللّزوجة، فيشكّل ضغطاً هائلاً. ولا يلبث الضغط أن يفجّر البركان فتنتج غيوم متوهّجة من الرّماد والغبار الحارّين. وفي الثّورات البيليّة، ينفجر جزء كبير من البركان نفسه.

التنبّؤ بالثّورات البركانيّة: يركّز العلماء على هذه النّاحية كثيراً. فإذا ثار بركان ما، لا يمكن فعل الكثير لحماية الأملاك القريبة منه من الخراب. لكنّ الكثير من الأرواح يمكن إنقاذها، إذا تمّ إجلاء النّاس من المنطقة المحيطة ببركان يُعتقد أنّه على وشك الانفجار.

لا يمكن التنبّؤ بمعظم الثّورات البركانيّة. لكنّ بعض البراكين، لا سيّما تلك التي في هاواي، يملك نظام تنبيه مسبق مبنيّاً فيه. فقبل أن ينفجر أحد هذه البراكين، يزداد حجمه بفعل الصُّهارة المتجمّعة في حجرة الصُّهارة. ومع ارتفاع الصُّهارة، يحدث بعض الهزّات الأرضيّة، وترتفع درجات الحرارة في المناطق المحيطة، ويبدأ بعض الغازات بالخروج من المنفذ.

ويستخدم العلماء عدداً من الأجهزة للتنبّؤ بانفجار براكين من هذا النّوع. فهم يلجأون إلى آلة تسمّى مقياس الميل Tiltmeter لقياس ازدياد حجم البركان. ويستعملون أيضاً راسم الزلازل Seismograph لمعرفة قوّة الزلازل الحاصلة قبيل الثّورة البركانيّة. وتقيس موازين الحرارة Thermometers ارتفاع درجات الحرارة في المنطقة، كما تقيس أجهزة خاصّة مقدار الغازات المندفعة من البركان.

منافع البراكين:

البراكين من أقوى وسائل التّدمير الطبيعيّة. منذ القرن الخامس عشر، قتلت البراكين أكثر من ٢٠٠,٠٠٠ شخص. لكنّ للبراكين منافع. فللمقذوفات البركانيّة منافع صناعيّة وكيميائيّة. وتستخدم الصّخور المتشكّلة من اللّابة المتجمّدة في بناء الطّرقات. ويستعمل الخفّاف، وهو زجاج طبيعيّ يخرج من اللّابة، في طحن الصّخور والمعادن ومواد أخرى، وصقلها. وتستخدم ترسّبات الكبريت النّاجمة عن الثّورات البركانيّة في صناعة المواد الكيميائيّة. ويحسّن الرّماد البركانيّ بعد تعرّضه للتّجوية من خصوبة التربة.

وفي الكثير من المناطق البركانيّة، يستخدم النّاس بخار الماء الصّادر من تحت الأرض مصدراً للطّاقة. هذه الطّاقة الحراريّة الباطنيّة تنتج الكهرباء في بعض الدّول مثل إيطاليا والمكسيك ونيوزيلاندا والولايات المتّحدة. وفي ريكيافيك، عاصمة إيسلاندا، يدفّىء معظم السّكّان منازلهم بمياه تضخّ إليها من ينابيع الماء البركانيّة الحارّة.

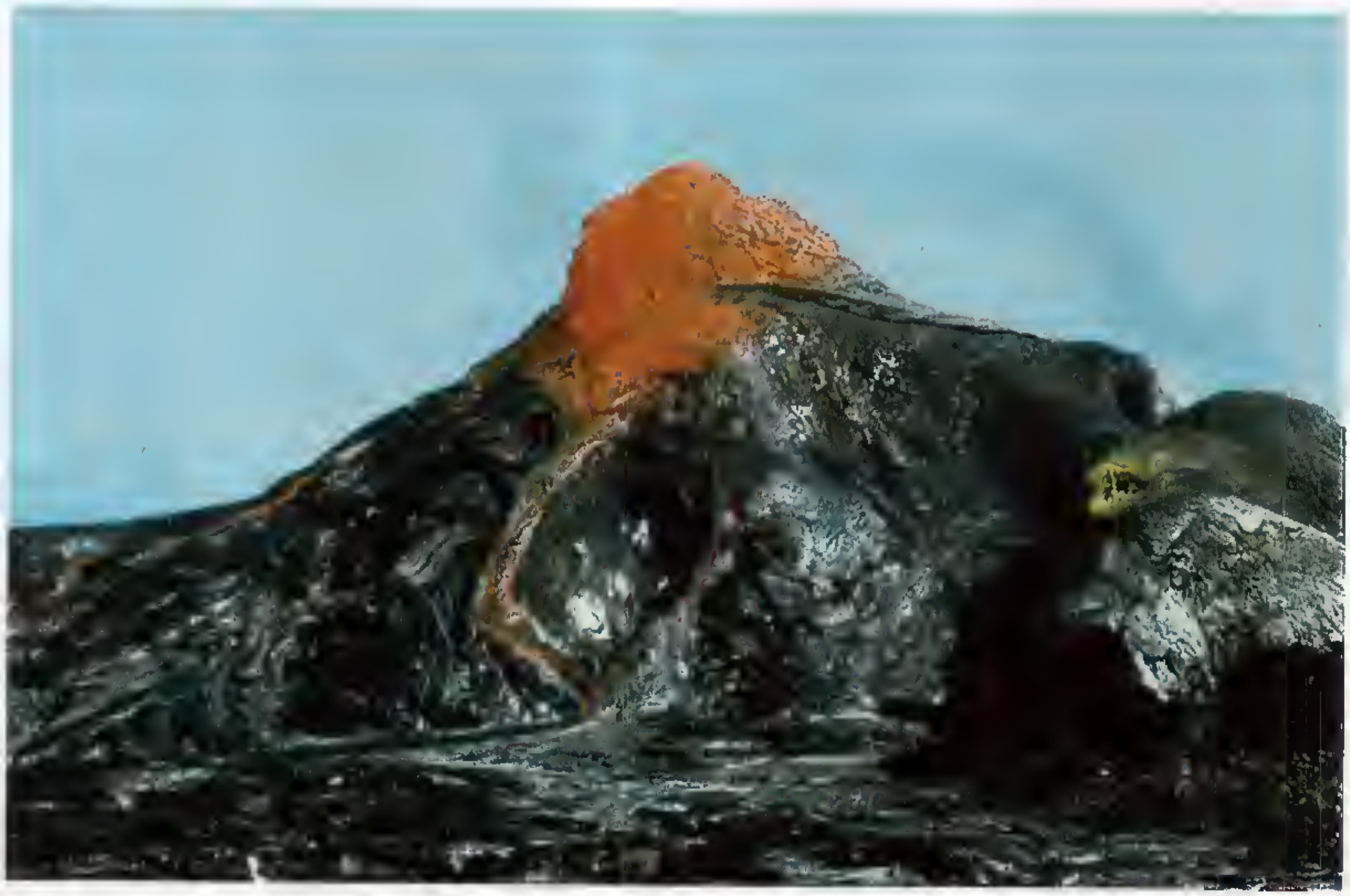
وتشكّل البراكين أخيراً «نوافذ» لباطن الأرض. فالمقذوفات البركانيّة تساعد العلماء على معرفة أوضاع باطن الأرض.

ثوران جبل سانت هيلين: **يقع البركان المعروف بجبل سانت هيلين في الجزء الجنوبيّ الغربيّ من ولاية واشنطن في الولايات المتحدة الأميركيّة، وقد بدأ بالثوران في ٢٧ آذار ١٩٨٠ بعد فترة طويلة من السكون. واستمرّ البركان في البقبقة حتى أوّل ثوران كبير في ١٨ أيار ١٩٨٠. أطلق هذا الإنفجار العنيف في الجو سحباً من الرماد والشظايا البركانيّة الأخرى وتسبّب بمقتل ٥٧ شخصاً. بعد حدوث الثوران، انخفض ارتفاع الجبل من ٢٩٥٠ متراً إلى ٢٥٥٠ متراً.**

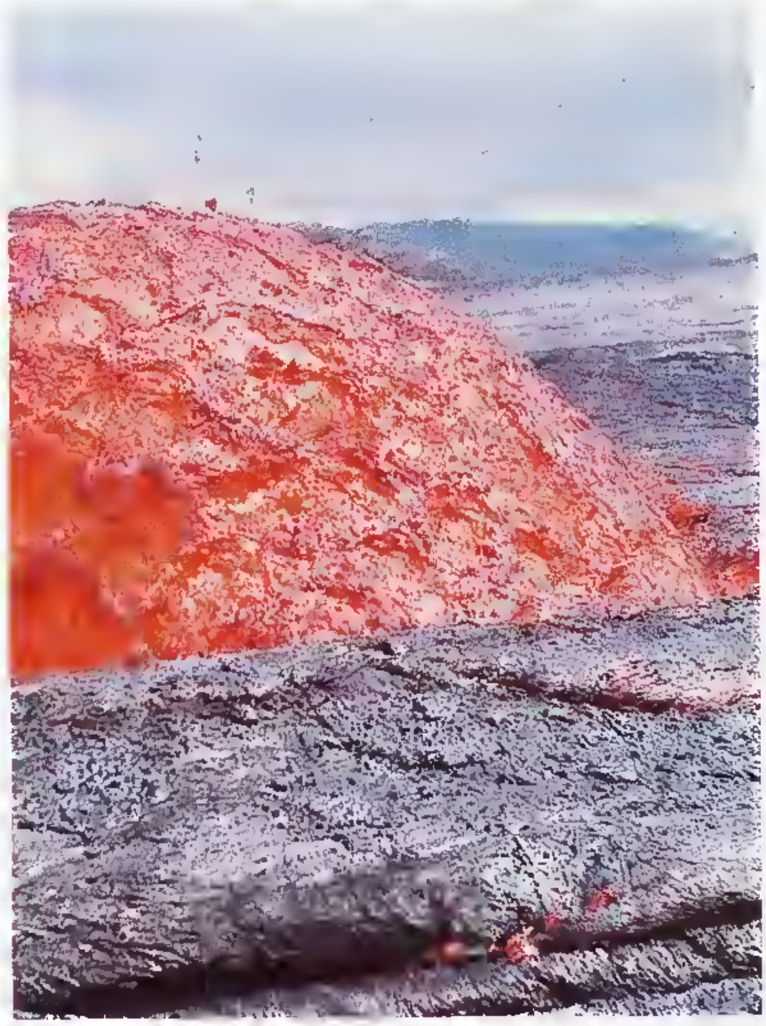




بركان مخروطيّ جمريّ



من البراكين المركّبة من النوع الڤولكانيّ



بركان درعي من النوع الهاوايي



من البراكين المركّبة



صهارة مجمّدة بشكل شجرة فوق فوهة بركان



بركان مركّب من النوع السترومبولي



بركان كيلاويا في جزر هاواي. أثناء ثوران عام ١٩٥٩، انفتحت فوهة صغيرة على جانب بركان درعيّ كبير امتدّت منحدراته في المحيط الأطلسيّ إلى عمق ٥٠٠٠ متر



الثلوج تغطّي بركان سورتسي في إيسلاندا

بعض براكين العالم الشهيرة

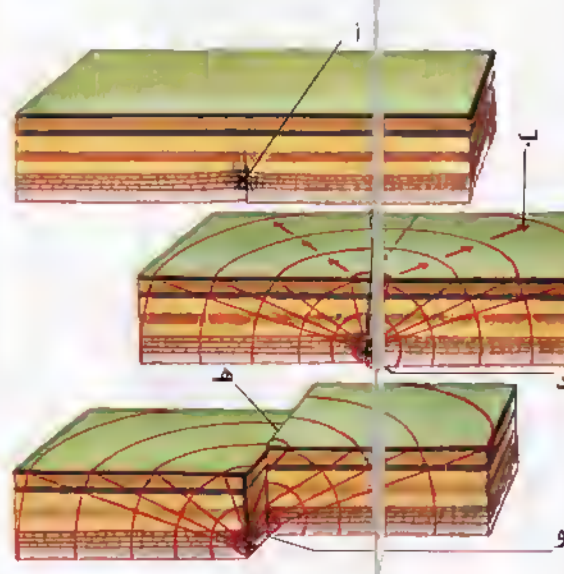
الاسم والموقع	الارتفاع (فوق مستوى البحر)	النوع	حقائق مثيرة للاهتمام
كوتوپاكسي Cotopaxi – الإكوادور	٥٨٩٧ م	مركّب	ثار الكوتوپاكسي، وهو أعلى بركان ناشط في العالم، أكثر من ٥٠ مرة منذ أول انفجار مسجّل له سنة ١٥٣٢.
إتنا Etna – صقلية، إيطاليا	٣٣٢٣ م	مركّب	تم تسجيل أكثر من ٢٠٠ انفجار لبركان الاتنا، وهو أحد أكثر البراكين نشاطاً في اوروبا.
كيلاويا Kilauea – هاواي، الولايات المتحدة	١٢٤٣ م	درع	ارتفع ينبوع من الحمم خلال ثوران فجوة كيلاويا ايكي الأنبوبيّة سنة ١٩٥٩، ٥٨٠ متراً في الجوّ، وهو رقم قياسيّ لانفجار بركانيّ في هاواي.
كراكاتاو Krakatau – أندونيسيا	٨١٣ م	مركّب	سُمع دويّ الانفجار الهائل الذي جرى سنة ١٨٨٣ على بعد ٤٧٠٠ كم، وتسبّبت أمواج هائلة تدعى التسونامي بهلاك ٣٦,٠٠٠ نسمة.
ماونا لوا Mauna Loa – هاواي، الولايات المتحدة	٤١٦٩ م	درع	يرتفع الماونا لوا، وهو أكبر بركان في العالم، أكثر من ٩٠٠٠ م فوق أرض المحيط، ويتجاوز حجمه ٤٠,٠٠٠ كم^{3}.
جبل كاتماي Mount Katmai – ألاسكا، الولايات المتحدة	٢٠٤٧ م	مركّب	سنة ١٩١٢، أدى تدفّق هائل من الرماد خرج من فجوة نوفاروپتا الانبوبيّة إلى تشكيل «وادي العشرة آلاف دخان».
جبل پيلي Mount Pelée – المارتينيك	١٣٩٧ م	مركّب	تسبّب ثورانه، سنة ١٩٠٢، بمقتل أكثر من ٣٠,٠٠٠ شخص وترميد مدينة سان پيار في بضع دقائق.
جبل سانت هيلين Mount St. Helens – واشنطن، الولايات المتحدة	٢٥٥٠ م	مركّب	أدّت قوّة الانفجار الذي حدث سنة ١٩٨٠ إلى اقتلاع ما يقارب ٤٠٠ متر من قمّة البركان، وتدمير أكثر من ٦٠٠ كم^{2} من الغابات المحيطة به.
پاريكوتين Paricutin – المكسيك	٢٧٧٥م	مخروط جمريّ	الپاريكوتين هو أوّل بركان تمّت مراقبته علميّاً منذ المراحل الأولى لتشكّله، وقد بدأ كشقّ صغير في حقل مزارع سنة ١٩٤٣.
سترومبولي Stromboli – ايطاليا	٩٢٦ م	مركّب	يثور السترومبولي، وهو بركان جزيرة، بلا توقف تقريباً، منذ ما يزيد عن ٢٠٠٠ سنة، قاذفاً شظايا الحمم المتوهّجة بمعدّل مرة كلّ بضع دقائق أو بضع ساعات.
سورتسي Surtsey – إيسلاندا	١٧٣ م	جزيرة مكوّنة من: مخروط جمريّ وسيل من الطفح	شكّلت الانفجارات البركانية التي حدثت تحت سطح الماء، جزيرة سورتسي التي ظهرت فوق سطح البحر سنة ١٩٦٣. تتجاوز مساحة سورتسي اليوم ٢.٨ كم^{2}.
تامبورا Tambora – أندونيسيا	٢٨٥١ م	مركّب	أطلق بركان تامبورا خلال ثورانه سنة ١٨١٥، وهو أكبر ثوران في التاريخ الحديث، رماداً ومواد بركانية أخرى أكثر بـ٨٠ مرة مما أطلق جبل سانت هيلين سنة ١٩٨٠.
ڤيزوڤ Vesuvius – إيطاليا	١٢٧٧ م	مركّب	دمّر الانفجار الشهير الذي حدث سنة ٧٩ ميلادية مدن پومپيي وستابيا وهركيولانيوم.



خرائب جيبلّينا: تعطي هذه الصورة فكرة واضحة عن قوّة الزلازل المدمّرة. تعرّضت جيبلّينا، وهي بلدة في وادي بليتشه في صقلية، لهزّة عنيفة في كانون الأول ١٩٦٨ دمّرتها تدميراً كاملاً وأوقعت عدداً كبيراً من الضحايا.

مراحل الزلزال المتتالية

أ) نقطة التصدّع.
ب) الموجات الزلزالية.
ج) مركز الزلزال السطحي.
د) المركز.
هـ) خطّ الإنكسار (الصدع).
و) إزاحة طرفي الصدع.



الزلازل

الزلزال هو اهتزاز الأرض نتيجة انشقاق وانزياح أجزاء كبيرة من قشرة الأرض الخارجية الصخرية. وتُعتبر الزلازل من أقوى الظواهر الطبيعية على سطح الأرض، ويمكن أن تتسبّب بنتائج مروّعة. فالزلزال القوي قد يطلق كمية من الطاقة تفوق بـ ١٠,٠٠٠ ضعف الطاقة التي أطلقتها أول قنبلة ذرية. وقد يحدث أن تتسبّب حركة الصخور أثناء الزلزال بتغيير مجرى الأنهار. كما تُحدث الزلازل في بعض الأحوال انهيالات (انهيار الصخور والتربة) تتسبّب بأضرار فادحة وبخسائر في الأرواح. وتولّد الزلازل الكبيرة التي تحدث تحت سطح المحيط، سلسلةً من الأمواج الهائلة المدمّرة التي تُعرف بالتسونامي (الأمواج المدّية)، والتي يمكن أن تغمر السواحل على مسافة عدّة كيلومترات.

وفي معظم الحالات، لا تقتل الزلازل الناس بشكل مباشر، بل يقع الكثير من الوفيات والإصابات نتيجة سقوط الأشياء وانهيار الأبنية والجسور وغيرها من المنشآت. وتشكّل أيضاً الحرائق الناتجة عن تحطّم أنابيب الغاز أو تقطّع الخطوط الكهربائية خطراً كبيراً على الأرواح والممتلكات أثناء حدوث الزلزال. وقد يتسبّب الزلزال أيضاً بتسرّب المواد الكيميائية الخطرة.

وتتوقّف قوّة الزلزال على مدى تشقّق الصخور وانزياحها. وتستطيع الزلازل القويّة أن تهزّ الأرض بعنف على مسافات كبيرة. أمّا في الزلازل الخفيفة، فقد لا يتجاوز اهتزاز الأرض الإهتزاز الذي يولّده مرور شاحنة كبيرة.

ويحدث في المعدّل زلزال قويّ واحد أقلّ من مرّة واحدة كلّ سنتين. ويتسبّب كلّ سنة أكثر من ٤٠ زلزالاً معتدلاً بأضرار وخسائر في أماكن متفرّقة من العالم. ويحدث كلّ سنة حوالي ٤٠,٠٠٠ إلى ٥٠,٠٠٠ زلزال صغير، يشعر بها الناس لكنّها لا تتسبّب بأي أضرار.

كيف يبدأ الزلزال؟

يحدث معظم الزلازل على طول الصدوع؛ والصدع هو كسر في قشرة الأرض الصخرية الخارجية، ينزلق على طوله قطاعان صخريّان، الواحد بمحاذاة الآخر على نحو متكرّر. وتحدث الصدوع في المناطق الضعيفة من قشرة الأرض. ويقع معظم الصدوع تحت سطح الأرض، إلّا أنّ بعضها، مثل صدع سان أندرياس في كاليفورنيا، يكون مرئيّاً على السطح. وتؤدّي قوى الإجهاد في الأرض إلى تشويه، أو حني، كتل ضخمة من الصخور على طول الصدع. وعندما يصبح الإجهاد الذي يتعرّض له الصخر قويّاً بما فيه الكفاية، ينكسر الصخر وينقصف فجأة متّخذاً موقعاً جديداً، ما يؤدّي إلى اهتزاز الأرض.

وتبدأ الزلازل عادة على عمق كبير تحت سطح الأرض. وتُعرف النقطة حيث تبدأ الصخور بالإنشقاق تحت سطح الأرض بالبؤرة، أو مركز الزلزال الجوفي. وتقع بؤرة أكثريّة الزلازل على أقلّ من ٧٢ كيلومتراً تحت سطح الأرض، إلّا أنّ أعمق البؤر المعروفة كانت على عمق ٧٠٠ كيلومتر تقريباً تحت سطح الأرض. وتُعرف النقطة من سطح الأرض الواقعة فوق البؤرة مباشرة، بمركز الزلزال السطحي. ويزيد الشعور باهتزاز الأرض كلما اقتربنا من المركز السطحي.

من البؤرة، يمتدّ الكسر على طول الصدع. وتتوقّف سرعة امتداد الكسر على نوع الصخر. وقد يمتدّ بمعدّل ٣,٢ كيلومترات في الثانية في الجرانيت وغيره من الصخور الصلبة. وبهذه السرعة، يمكن للكسر أن يمتدّ أكثر من ٥٦٠ كيلومتراً في اتجاه واحد في أقلّ من ثلاث دقائق. ومع امتداد الكسر على طول الصدع، يمكن للكتل الصخرية على أحد جانبي الصدع أن تهبط تحت مستوى الجانب الآخر من الصدع، أو أن ترتفع بالنسبة للجانب الآخر وتركب فوقه، أو أن تنزلق إلى الأمام متجاوزة الكتلة الأخرى.

كيف ينتشر الزلزال؟

عندما يحدث زلزال، يطلق انكسار الصخور العنيف كميّةً من الطاقة تنتقل عبر طبقات الأرض على شكل اهتزازات تُعرف بالموجات الزلزالية. وتنتشر الموجات الزلزالية في جميع الإتّجاهات إنطلاقاً من بؤرة الزلزال. ومع ابتعادها عن البؤرة، تضعف الموجات تدريجياً. لهذا السبب، يخفّ عادة اهتزاز الأرض كلما ابتعدنا عن البؤرة.

هناك نوعان رئيسيان من الموجات الزلزالية: الموجات الجوفيّة والموجات السطحيّة. الموجات الجوفيّة هي أسرع الموجات الزلزالية، وتنتشر عبر طبقات الأرض. أمّا الموجات السطحيّة الأكثر بطئاً فتنتشر على سطح الأرض.

الموجات الجوفيّة: تتسبّب بمعظم الأضرار الناتجة عن الزلزال. ونجد نوعين من الموجات الجوفيّة: الموجات التضاغطيّة وموجات القصّ أو الموجات المستعرضة. في مرورها عبر طبقات الأرض، تتسبّب الموجات الجوفيّة باهتزاز الجسيمات الصخريّة بطرق مختلفة. فالموجات التضاغطيّة تدفع الصخر وتشدّه؛ وتتسبّب هذه الموجات بتقلّص وتمدّد المباني وغيرها من المنشآت. أمّا موجات القصّ أو الموجات المستعرضة، فتحرّك الصخور من جنب إلى آخر وتتسبّب باهتزاز المباني. وتستطيع الموجات التضاغطيّة الإنتشار في الجوامد والسوائل والغازات في حين أنّ موجات القصّ لا تستطيع المرور إلّا عبر الجوامد.

الموجات الإنضغاطيّة هي أسرع الموجات الزلزاليّة، وهي التي تصل أوّلاً إلى الأماكن البعيدة. ولهذا السبب، فإن الموجات الإنضغاطيّة تُعرف أيضاً بالموجات الأوّليّة، بينما تُعرف موجات القصّ، التي تنتشر ببطء أكبر وتصل بالتالي بعدها، بالموجات الثانويّة.

وتنتشر الموجات الجوفيّة بسرعة أكبر في عمق الأرض ممّا تنتشر قرب السطح. فعلى الأعماق التي لا تتجاوز ٢٥ كيلومتراً، تنتشر الموجات التضاغطيّة بسرعة ٦,٨ كيلومترات بالثانية تقريباً، وتنتشر موجات القصّ بسرعة ٣,٨ كيلومترات بالثانية. وعلى عمق ١٠٠٠ كيلومتر، تنتشر الموجات بسرعة أكبر بمرّة ونصف.

الموجات السطحيّة: هي موجات بطيئة وطويلة تولّد عند الناس إحساساً بالتأرجح، ولا تتسبّب بأيّ ضرر يُذكر في المباني والمنشآت.

هناك نوعان من الموجات السطحيّة: موجات لوف وموجات رالي. تنتشر موجات لوف أفقياً عبر سطح الأرض وتحرّك الأرض من جانب إلى آخر. وتتسبّب موجات رالي بتموّج سطح الأرض مثل الأمواج على سطح البحر. وتنتشر موجات لوف النموذجيّة بسرعة ٤,٤ كيلومترات بالثانية تقريباً، فيما تنتشر موجات رالي، وهي أبطأ الموجات الزلزاليّة على الإطلاق، بسرعة ٣,٧ كيلومترات بالثانية تقريباً. وقد سُمّي هذان النوعان من الموجات نسبة للفيزيائيّين البريطانيّين أغسطس إ. هـ. لوف Augustus E. H. Love ولورد رالي Lord Rayleigh اللذين تنبّآ رياضيّاً بوجود هذه الموجات في العامين ١٨٨٥ و١٩١١، على التوالي.

الأضرار التي تسبّبها الزلازل:

كيف تسبّب الزلازل بالأضرار؟

تُلحق الزلازل الضرر بالمباني والجسور والسدود وغيرها من المنشآت، إضافة إلى الكثير من المعالم الطبيعيّة. في جوار الصدوع، ينتج الدمار عن إزاحة كتل كبيرة من قشرة الأرض، وهو ما يُعرف بالإنزلاق الصدعي، وعن اهتزاز الأرض بفعل الموجات الزلزاليّة. أمّا بعيداً عن الصدع، فيتسبّب الإهتزاز بالقسم الأكبر من الضرر. وقد تسبّب الزلازل التحبحريّة بأمواج تسونامي هائلة تغمر المناطق الساحليّة. ومن الأخطار الأخرى الناتجة عن الزلازل، نذكر سقوط الصخور وهبوط الأرض وسقوط الأشجار أو أغصان الأشجار.

الإنزلاق الصدعي: عند وقوع الزلزال، لا تزيح الكتلة الصخريّة على أحد جانبي الصدع إلّا بشكل ضئيل جدّاً في بعض الحالات، لكنّها في حالات أخرى تزيح عدّة أمتار. وفي بعض الزلازل، لا تزيح سوى الصخر الموجود على عمق كبير في الأرض، ولا يحدث أيّ نوع من الحركة على سطح الأرض. وفي الزلازل القويّة جدّاً، قد

يحدث أن ترتفع الأرض فجأة ٦ أمتار أو أكثر. وقد يؤدّي هذا الإنزلاق إلى تدمير أيّ بناء قائم فوق الصدع ونزعه من مكانه بعنف. وقد يؤدّي أيضاً انزياح الكتل الصخريّة إلى قلقلة الصخور والأتربة على المنحدرات ويتسبّب بحدوث انهيالات. وإضافة إلى ذلك، فإنّ الإنزلاق الصدعي يدمّر في بعض الحالات ضفاف الأنهار والبحيرات وغيرها من الأجسام المائيّة، ما يتسبّب بحدوث فيضانات.

ويؤدّي اهتزاز الأرض إلى تأرجح المنشآت على الجانبين وارتدادها صعوداً ونزولاً وتحرّكها بطرق عنيفة أخرى. وقد تنزلق المباني عن أسسها أو تنهار أو تُدمّر بفعل الإهتزاز.

وفي المناطق ذات التربة الطريّة والرطبة، تحدث أحياناً عمليّة تميّع تزيد من الأضرار الناجمة عن الزلزال. ويحدث التميّع عندما يؤدّي اهتزاز الأرض بشكل عنيف إلى تصرّف الأتربة الرطبة موقّتاً كسوائل وليس كجوامد. فكلّ ما يقوم على تربة مميّعة قد يغوص في الأرض الطريّة. كما تجري التربة المميّعة أحياناً إلى الأراضي المنخفضة فتطمر كلّ ما يعترض سبيلها.

التسونامي: عندما يحدث زلزال على قاع المحيط، تُدفع مياه البحر المحيطة بعنف هائل، ما يولّد موجة كبيرة مدمّرة أو أكثر تُعرف بالتسونامي أو بالأمواج الزلزاليّة. ويطلق البعض على التسونامي اسم الموجة المدّيّة، لكنّ العلماء يعتبرون أنّ هذه التسمية مضلّلة إلى حدّ ما، إذ أنّ هذه الموجة لا تنتج عن حركة المدّ. أمّا اسمها الحقيقي فهو الأمواج البحريّة الزلزاليّة أو التسونامي، اليابانيّة الأصل وتعني الموجة المرفائيّة العظيمة. ويتجاوز ارتفاع التسونامي في بعض الحالات ٣٠ متراً عندما تصل إلى المياه الضحلة قرب الشاطىء. وفي عرض المحيط، تتقدّم التسونامي عموماً بسرعات تتراوح بين ٨٠٠ و٩٧٠ كيلومتراً في الساعة. وتقطع هذه الأمواج مسافات كبيرة دون أن يقلّ حجمها بقدر يُذكر، ويمكنها غمر المناطق الساحليّة على بعد آلاف الكيلومترات من مصدرها.

الأخطار التي تهدّد المنشآت: تنهار المنشآت أثناء حدوث الزلازل عندما تكون ركيكة جدّاً أو صلبة جدّاً، فلا تستطيع مقاومة الإهتزازات العنيفة. وقد يحدث أيضاً أن تهتزّ المباني العالية بعنف، فتصطدم ببعضها البعض.

وتشكّل الحرائق سبباً هامّاً لخسارة الأرواح والممتلكات. وتشتعل الحرائق عندما يحطّم الزلزال أنابيب الغاز أو خطوط الكهرباء. ويُعتبر الزلزال الذي ضرب مدينة سان فرانسيسكو في ولاية كاليفورنيا في العام ١٩٠٦، واحدةً من أسوأ الكوارث التي شهدتها الولايات المتحدة في تاريخها، وذلك بسبب الحرائق التي استعرت بعنف شديد على مدى ثلاثة أيّام بعد الزلزال.

ومن الأخطار الأخرى الناجمة عن الزلازل، نذكر تسرّب الموادّ الكيميائيّة السامّة والأشياء المتساقطة، مثل أغصان الأشجار الكبيرة والآجرّ (القرميد) والزجاج. وقد تُدمَّر أيضاً شبكة المجاري، وتتسرّب المياه القذرة إلى مخزون المياه النظيفة. وقد يؤدّي شرب هذا الماء الملوّث إلى الإصابة بالهَيْضة (الكوليرا) والتيفيّة والزحار (الديزنطاريا) وأمراض خطيرة أخرى.

ويعيق انقطاع التيار والإتصالات والمواصلات والنقل بعد الزلزال وصولَ سيّارات الإسعاف وفرق الإنقاذ ويعرقل عملها. كما أنّ الشركات والمصالح الحكوميّة قد تفقد سجلّاتها ومعدّاتها، ما يبطىء العودة إلى الوضع الطبيعي بعد وقوع الكارثة.

الحدّ من الأضرار الناجمة عن الزلازل: في المناطق المعرّضة للزلازل، يجب اختيار المكان المناسب للبناء، ومعرفة الطريقة الصحيحة للبناء من أجل خفض الإصابات والخسائر في الأرواح والممتلكات عند حدوث الزلزال. ويجدر بالناس أيضاً معرفة الطريقة الصحيحة في التصرّف أثناء الزلزال، ما يساعد على تجنّب الإصابات والوفيات.

أين يجب أن نبني؟

يحاول علماء الأرض تحديد المناطق المعرّضة أكثر من غيرها للإصابة بأضرار فادحة في حال وقوع زلزال. ويضع العلماء خرائط تبيّن مناطق الصدوع والرقّات (السهول المعرّضة للإنغمار بمياه الفيضان)، والمناطق المعرّضة للإنهيالات أو لتميّع التربة، والأماكن التي ضربتها الزلازل في الماضي. واستناداً إلى هذه الخرائط: يضع المهندسون والعلماء المسؤولون عن التخطيط لاستعمال الأرض، تقييدات مناطقيّة يمكن أن تساعد على الحؤول دون بناء منشآت غير آمنة في المناطق المعرّضة للزلازل.

كيف نبني؟

طوّر المهندسون طرقاً عدّة لبناء منشآت مقاومة للزلازل. وتتراوح تقنيّاتهم من البسيطة جدّاً إلى المعقّدة. ففي الأبنية الصغيرة والمتوسّطة الحجم، تشمل تقنيّات التدعيم البسيطة تثبيت الأبنية بأساساتها بواسطة المسامير الملولبة وبناء جدران داعمة تُعرف بالجدران المستعرضة (جدران القصّ). وتساهم هذه الجدران المبنيّة من الإسمنت المسلّح (إسمنت تمتدّ في داخله قضبان من الفولاذ) في تقوية البنية، وتساعد على مقاومة قوى التأرجح. وتشكّل الجدران المستعرضة في وسط المبنى، وغالباً حول بيت المصعد أو بيت السلّم، ما يُعرف بقلب القصّ. ويمكن أيضاً تدعيم الجدران بعوارض (ج: عارضة) فولاذيّة مائلة في تقنيّة تُعرف بالتكتيف المتصالب.

ويحمي أيضاً المهندسون الأبنية المتوسّطة الحجم بأجهزة تمتصّ الصدمات بين المبنى وأساسه. تُعرف هذه الأجهزة بعوازل الأساس، وتكون عادة محامل مؤلّفة من طبقات متناوبة من الفولاذ وإحدى الموادّ المرنة، مثل المطّاط التركيبي. وتمتصّ عوازل الأساس بعضاً من الحركة الجانبيّة التي تتسبّب، لولا ذلك، بأضرار فادحة في الأبنية.

وتحتاج ناطحات السحاب إلى طريقة خاصّة في البناء لتصبح مقاومة للزلازل. فهي تحتاج إلى أن تثبّت عميقاً في الأرض وبشكل محكم. كما تحتاج إلى هيكل مدعّم بوصلات أقوى من تلك التي تُستعمل في ناطحات السحاب العاديّة. ويجعل هذا الهيكل ناطحة السحاب قويّة جدّاً وأيضاً مرنة بشكل كاف لتتحمّل قوّة الزلزال.

وفي البيوت والمدارس وأماكن العمل المقاومة للزلازل، تثبّت الأدوات والأجهزة الثقيلة والمفروشات وغيرها من البنى للحؤول دون انقلابها وسقوطها عندما يهتزّ المبنى. ويجب تدعيم أنابيب الغاز والماء بوصلات لدنة للحؤول دون انكسارها.

وتلعب احتياطات الأمان دوراً أساسيّاً أثناء حدوث الزلزال. ويستطيع الناس حماية أنفسهم بالوقوف في فتحة الباب أو النزول تحت طاولة أو كرسي حتى يتوقّف الإهتزاز. ويجب ألّا يخرجوا إلى الهواء الطلق حتى يتوقّف اهتزاز الأرض تماماً. ويجب أن يأخذ الناس جانب الحيطة والحذر حتى بعد توقّف الإهتزاز؛ فقد يتبع الزلزالَ القويّ الكثيرُ من الهزّات الصغيرة التي تُعرف بالهزّات أو الصدمات التّلْويّة. ويجب أن يبقى الناس بعيداً عن الجدران والنوافذ والمباني المتضرّرة، التي قد تنهار عند حدوث الهزّات التلويّة.

أمّا بالنسبة للأشخاص الذين يكونون في الهواء الطلق عند وقوع الزلزال، فيجب أن يبتعدوا بسرعة عن الأشجار العالية والمنحدرات القويّة والمباني وخطوط الكهرباء. وإذا كانوا قرب جسم مائيّ كبير، يجب أن يتوجهوا إلى أرض مرتفعة.

أين تحدث الزلازل ولماذا؟

طوّر العلماء نظريّة – تُعرف بتكتونيّة الصفائح – تفسّر سبب حدوث معظم الزلازل. وتقول هذه النظريّة إنّ قشرة الأرض الخارجيّة مؤلّفة من نحو ١٠ صفائح صلبة كبيرة و٢٠ صفيحة صغيرة. وتتكوّن كلّ صفيحة من قطعة من قشرة الأرض وجزء من الغلاف (الطبقة السميكة من الصخر الساخن الممتدّة تحت القشرة). ويطلق العلماء على هذه الطبقة من القشرة والغلاف العلويّ اسم ليتوسفير أو اليابسة. وتتحرّك الصفائح على نحو بطيء ومتواصل فوق منطقة الوهن، وهي طبقة من الصخر الطريّ والحارّ موجودة في الغلاف. وفي انزياحها، تصطدم الصفائح ببعضها، أو تبتعد عن بعضها، أو تنزلق بمحاذاة بعضها.

وتُجهد حركة الصفائح الصخر عند حدود الصفائح وفي جوارها، وتخلق مناطق من الصدوع حول هذه الحدود. ويصبح الصخر على طول أجزاء معيّنة من بعض الصدوع محجوزاً في مكانه وغير قادر على الإنزلاق مع الصفيحة المتحرّكة. ويتزايد الإجهاد في الصخر على جانبي الصدع، ما يؤدّي إلى انشقاق الصخر وانزياحه من مكانه في الزلزال.

هنالك ثلاثة أنواع من الصدوع: الصدوع العاديّة، الصدوع العكسيّة، والصدوع المتّجهة الإنزلاق. في الصدوع العاديّة والعكسيّة، ينحدر الكسر في الصخر وفق زاوية معيّنة ويتحرّك الصخر صعوداً أو نزولاً على طول الكسر. وفي الصدوع العاديّة، تنزلق الكتلة الصخريّة الواقعة في الجهة العليا من الكسر المنحدر إلى الأسفل. أمّا في الصدوع العكسيّة، فتتعرّض الصخور على جانبي الصدع لانضغاط شديد؛ ويجبر الإنضغاط الكتلة العليا على الإرتفاع والكتلة السفلى على النزول. وفي الصدوع المتّجهة الإنزلاق، ينزل الكسر بشكل مستقيم في الصخر، وتنزلق الكتلتان الصخريّتان على طول الصدع، متجاوزة الواحدة الأخرى أفقيّاً.

ويحدث معظم الزلازل في مناطق الصدوع عند حافّات الصفائح. وتُعرف هذه الزلازل بالزلازل البَيْصفيحيّة. ويقع بعض الزلازل في الجزء الداخليّ من الصفيحة (بعيداً عن الحافّة) وتُعرف بالزلازل الضِمْصفيحيّة.

الزلازل البَيْصفيحيّة: تحدث هذه الزلازل على طول الأنواع الثلاثة من الحدود الصفيحيّة: أحياد وسط المحيط المنفرجة، مناطق الإنغراز والصدوع المتغيّرة أو المتحوّلة.

إنّ أحياد وسط المحيط المنفرجة (سلسلة من المرتفعات الممتدّة وسط المحيط) هي أماكن في الأحواض المحيطيّة العميقة حيث تبتعد الصفائح الواحدة عن الأخرى. ومع انفصال الصفائح وابتعادها عن بعضها البعض، ترتفع الصُهارة الحارّة من غلاف الأرض وتسدّ الفرجة بينها. ثمّ تبترد الحُمم تدريجيّاً وتنقبض وتتشقّق مشكّلة صدوعاً في قاع المحيط. وتكون هذه الصدوع في معظمها صدوعاً عاديّة. وعلى طول الصدوع المحيطيّة، تتكسّر كتل من الصخور وتنحدر بعيداً عن الحيد فتتسبّب بحدوث الزلازل.

وتكون الصفائح رقيقة وواهنة بالقرب من الأحياد المنفرجة. ويبقى الصخر، الذي لم يبترد بعد تماماً، لدناً إلى حدّ ما وقابلاً للثني. لذلك فإنّ الإجهاد لا يتراكم أو يكبر في هذه الأماكن، ما يجعل معظم الزلازل قرب الأحياد المنفرجة قليلة العمق وخفيفة أو متوسّطة القوّة.

ومناطق الإنغراز هي الأماكن التي تصطدم فيها صفيحتان الواحدة بالأخرى، وتنزل حافة إحداهما تحت حافة الأخرى في عمليّة تُعرف بالإنغراز. ونظراً للإنضغاط الحاصل في هذه المناطق، فإنّ الكثير من الصدوع التي تحدث فيها هي صدوع عكسيّة. ويحدث حوالى ٨٠٪ من الزلازل الكبيرة في مناطق الإنغراز المحيطة بالمحيط الهادىء. وفي هذه المناطق، تغوص الصفائح التي تحمل قاع المحيط الهادىء تحت الصفائح التي تحمل القارّات. ويولّد انسحاق الصفائح المحيطيّة الباردة والقصيفة تحت الصفائح القارّيّة إجهاداً هائلاً يُطلَق في أكبر الزلازل التي تحدث على الأرض.

وتحدث أعمق زلازل العالم في مناطق الإنغراز على أعماق قد تصل إلى ٧٠٠ كيلومتر تقريباً. وتحت هذا العمق، يكون الصخر ساخناً وطريّاً جدّاً، ما يحول دون انشقاقه فجأة وتسبّبه بالزلازل.

أمّا الصدوع المتغيّرة أو المتحوّلة فهي الأماكن التي تنزلق فيها الصفائح متجاوزة بعضها البعض أفقيّاً. وتظهر في هذه الأماكن الصدوع المتّجهة الإنزلاق. وقد تحدث على طول الصدوع المتغيّرة زلازل قويّة، لكنّها تظلّ دائماً أخفّ وأقلّ عمقاً من الزلازل في مناطق الإنغراز.

ويُعتبر صدع سان أندرياس أحد أشهر الصدوع المتغيّرة في العالم. وينتج الإنزلاق في هذه المنطقة عن تجاوز صفيحة المحيط الهادىء لصفيحة أميركا الشماليّة. ويتسبّب صدع سان أندرياس والصدوع المتّصلة به بمعظم الزلازل التي تضرب ولاية كاليفورنيا.

التنبّؤ بالزلازل: يستطيع العلماء التنبّؤ على المدى البعيد، وبشكل صحيح إلى حدّ بعيد، بأماكن حدوث الزلازل. فهم يعلمون، مثلاً، أنّ حوالى ٨٠٪ من الزلازل الكبيرة التي تحدث في العالم تقع على طول الحزام الذي يحيط بالمحيط الهادىء. ويُعرف هذا الحزام أحياناً بدائرة النار نظراً للبراكين التي تنتشر على طوله، والزلازل والأنشطة الجيولوجيّة الأخرى التي تحدث حوله.

ويسعى العلماء اليوم للتنبّؤ بشكل صحيح بزمان حدوث الزلازل. ويراقب الجيولوجيّون بدقّة بعض مناطق الصدوع حيث يُتوقّع حدوث الزلازل. ويستطيعون أحياناً كشف هزّات صغيرة وميل الصخور وغيرهما من الظواهر التي قد تنذر بحدوث زلزال كبير في المستقبل القريب.

إستكشاف باطن الأرض: إنّ معظم ما نعرفه حول البنية الداخليّة للأرض قد جاء من دراسة الموجات الزلزاليّة. وقد أظهرت الدراسات أنّ كثافة الصخور تزداد من سطح الأرض إلى مركزها. وساعدت معرفة كثافات الصخور داخل الأرض على تحديد التركيب المحتمل لباطن الأرض.

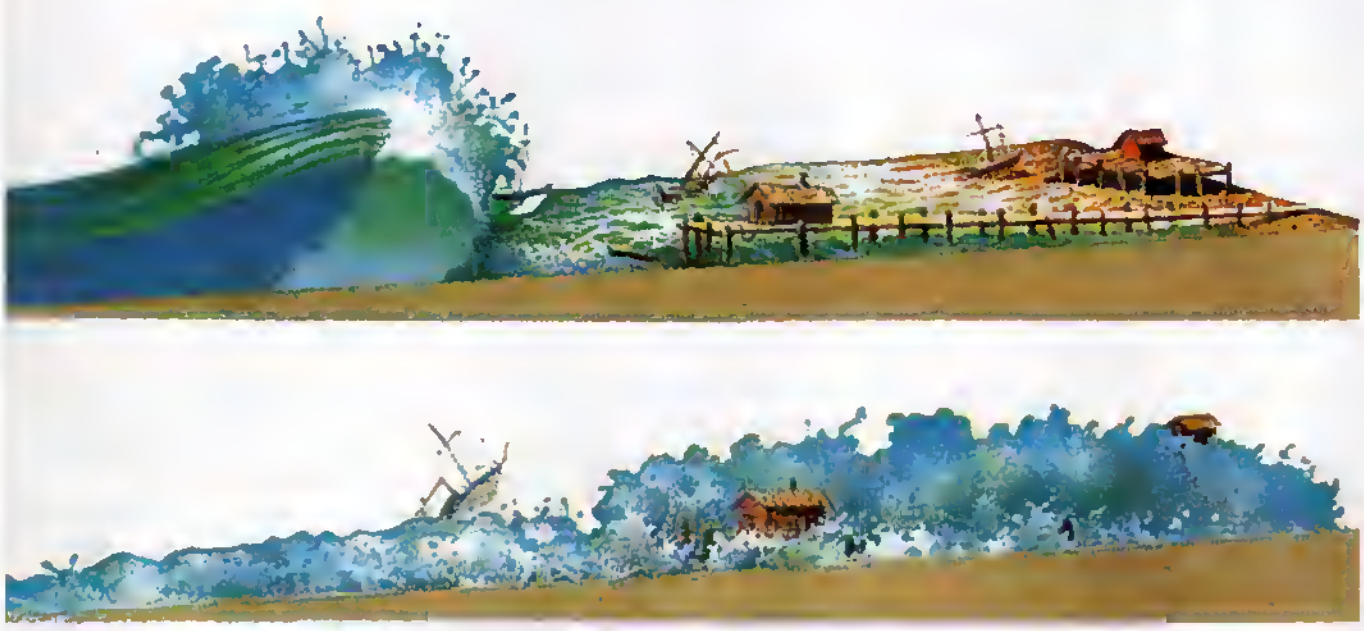
ووجد العلماء أنّ سرعات الموجات الزلزاليّة واتّجاهاتها تتغيّر بشكل مفاجىء في أعماق معيّنة. وقد استنتج الجيولوجيّون، استناداً إلى الدراسات في هذا المجال، أنّ الأرض مكوّنة من طبقات ذات كثافات ومكوّنات مختلفة. وتتألّف هذه الطبقات من القشرة (أو الأديم) والغلاف والنواة الخارجيّة والنواة الداخليّة. لا تنتشر موجات القصّ عبر النواة الخارجيّة؛ ولأنّ موجات القصّ غير قادرة على الإنتشار في السوائل، يعتقد العلماء أنّ النواة الخارجيّة سائلة. ويعتقدون أنّ النواة الداخليّة صلبة نظراً لحركة الموجات التضاغطيّة عندما تبلغ النواة الداخليّة.



التسونامي

التسونامي موجة بحرية هائلة يتسبّب بها ثوران بركان تحت سطح البحر أو زلزال يحدث في قاع المحيط. تنتشر موجة التسونامي بشكل دائريّ انطلاقاً من موقع الحدث، وذلك على مسافات كبيرة جداً. يمكن أن تتجاوز سرعة هذا النوع من الأمواج ٨٠٠ كم/ساعة. في المياه العميقة، لا يتجاوز ارتفاع التسونامي المتر الواحد. لكنها عندما تبلغ المياه القليلة العمق بالقرب من الشواطىء، يرجع ماء الموجة الى الوراء، ويشكّل جداراً عالياً يتكسّر بعد ذلك على الشاطىء مدمّراً كلّ ما يعترض سبيله.

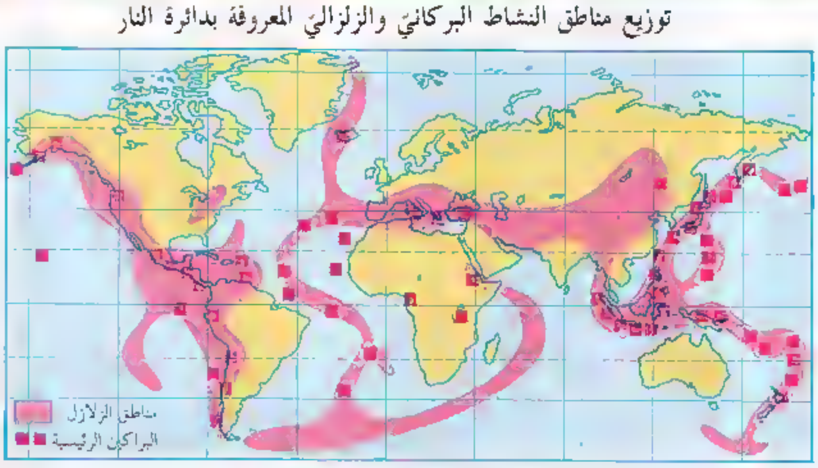
عبر التاريخ، تسبّبت التسونامي بآلاف الوفيات، وخصوصاً في مناطق المحيط الهادىء الساحلية. مثالاً على ذلك، بقوّة ٧,٦ ريختر، ضربت موجة تسونامي ساحل پاپوا–غينيا الجديدة في ١٧ تموز سنة ١٩٩٨ وأحدثت دماراً هائلاً في ثلاث قرى ودمّرت جميع المساكن والأشجار على مسافة ٣٠ كيلومتراً داخل القرى. وكان حصيلة الدمار أكثر من ٨٠٠٠ قتيل وعدد كبير من الإصابات من السكّان.



مناطق الزلازل والبراكين في العالم

مثلما يمكن استنتاجه من الخريطة، هناك ارتباط واضح بين مناطق العالم التي تضربها الزلازل عادة والمناطق التي تقع فيها البراكين. إن هذه المناطق حديثة التكوين جيولوجياً، وهي، تالياً، غير مستقرّة. تشمل هذه المناطق سلاسل الجبال الحديثة الكبرى (سلسلة الألب – الهيمالايا)، والسلسلة المحيطة بالهادىء) وسلاسل جبال وسط المحيط.

توزيع مناطق النشاط البركانيّ والزلزاليّ المعروفة بدائرة النار



صدع سان أندرياس



شاطىء نقطة ريز الوطني Point Reyes

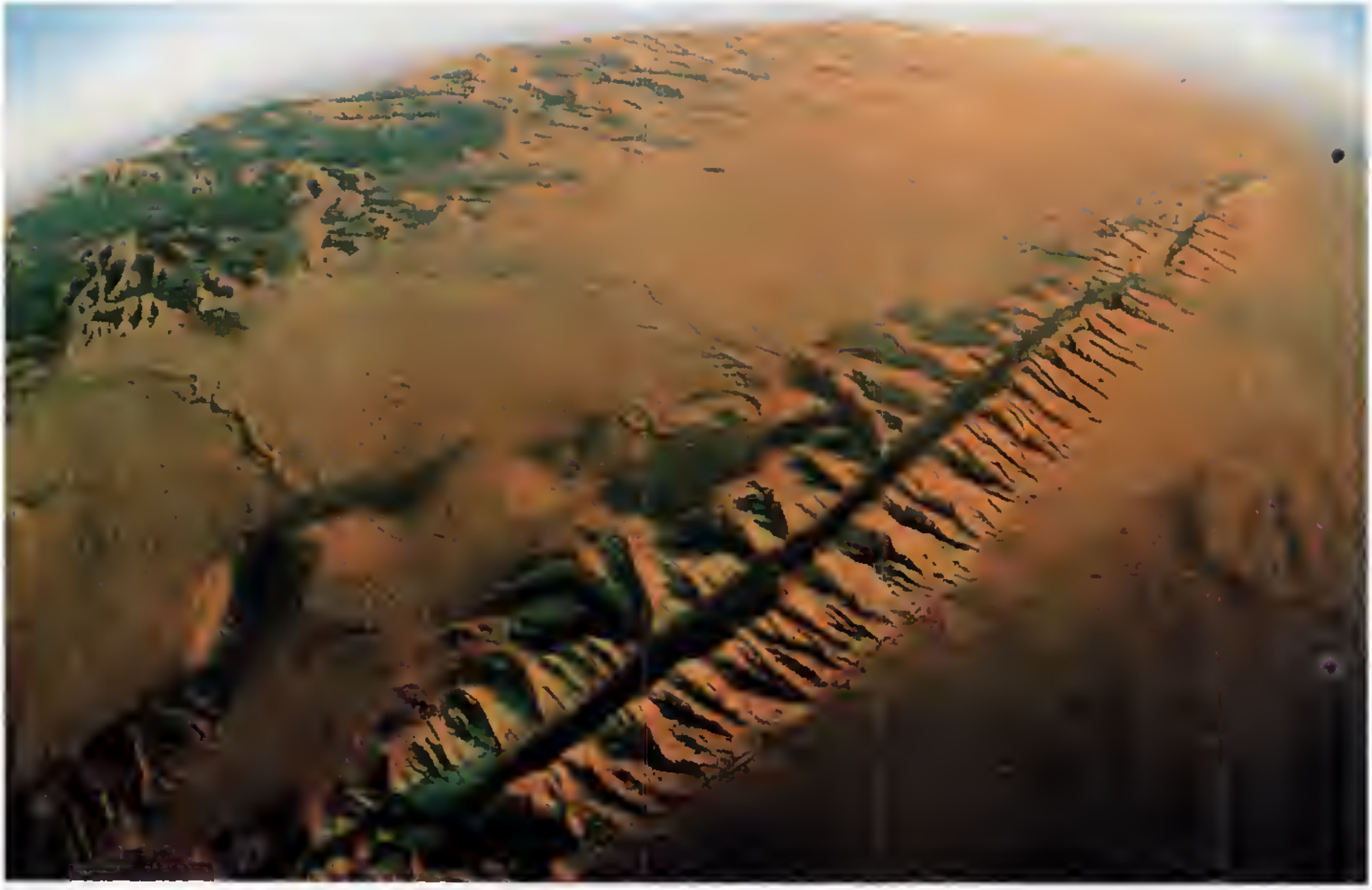
محمية وطنية ساحلية أُنشئت في العام ١٩٧٢ بناءً على تفويض يعود إلى العام ١٩٦٢. هي شبه جزيرة صغيرة تقع في شمال ولاية كاليفورنيا إلى الشمال الغربي من مدينة سان فرانسيسكو. وهي مقصد شعبي للراغبين في قضاء أيّام العطلة في الطبيعة. وتمتاز شبه الجزيرة بشواطئها وجروفها ومروجها وبحيراتها الضّحلة وغاباتها المتفردة جميعها بجمالها الأخاذ. وبالإمكان مشاهدة أسود البحر وفقمات الخلجان والحيتان الرمادية من الشواطىء، فالمنطقة تحتضن حوالى ٥٠ نوعاً من الثدييات البرية والبحرية وحوالى ٤٠٠ نوع من الطيور. وفي المحمية قرية أميركية وطنية للهنود الحمر ومرصد للطيور ومزرعتان ومنارة يعود إنشاؤها إلى العام ١٨٧٠. ويجتذب ما يسمّى «أثر الزلزال» الزائرين، وهو عبارة عن أرض متصدّعة هي جزء من صدع سان أندرياس. وفي العام ١٩٨٨، أُعلن شاطىء نقطة ريز الوطني غلافاً حيوياً عالمياً بإشراف منظمة الأمم المتحدة للتربية والعلوم والثقافة (الأونسكو)، التي عيّنت خبراء لمراقبة النظام البيئي في المنطقة. وتدير المحمية، التي تبلغ مساحتها ٢٨,٧٥٢ هكتاراً، إدارة المحميات الوطنية التابعة لحكومة الولايات المتحدة.

صدع سان أندرياس هو منطقة جيولوجية صدعية تقع في ولاية كاليفورنيا الأميركية، وتمتدّ باتجاه الشمال الغربي على طول ١٠٠٠ كيلومتر، من الإمبيريال ڤالي في جنوب كاليفورنيا إلى رأس أرينا على الشاطىء الشمالي وإلى داخل البحر. وتشكّل هذه المنطقة الحدود بين صفيحة أميركا الشمالية وصفيحة المحيط الهادىء. تحدث زلازل على طول هذه الحدود بسبب وجود عوائق أمام الحركة المنتظمة والمطّردة للصفيحتين التكتونيتين عند انزلاقهما الواحدة بمحاذاة الأخرى.

بعض الزلازل الكبيرة

سنة

٣٦٥: كنوسوس في كريت؛ ٥٠,٠٠٠ قتيل.
٥٢٦: إنطاكية في سوريا؛ ٢٥٠,٠٠٠ قتيل.
٥٥١: ضربت موجة تسونامي السواحل اللبنانية لا سيما مدينة بيروت، تسبّبت في خسارة عشرات الآلاف من الأرواح.
٨٤٤: دمشق في سوريا؛ ٥٠,٠٠٠ قتيل.
٨٤٧: دمشق في سوريا؛ ٧٠,٠٠٠ قتيل.
٨٤٧: الموصل في العراق؛ ٥٠,٠٠٠ قتيل.
٨٥٦: قوميس ودامغان في إيران؛ ٢٠٠,٠٠٠ قتيل.
٨٥٦: كوريثوس في اليونان؛ ٤٥,٠٠٠ قتيل.
٨٩٣: الهند؛ ١٨٠,٠٠٠ قتيل.
٨٩٣: أردبيل في إيران؛ ١٨٠,٠٠٠ قتيل.
٨٩٣: القوقاز في روسيا؛ ٨٢,٠٠٠ قتيل.
١٠٤٢: تدمر (پالميرا) وبعلبك؛ ٥٠,٠٠٠ قتيل.
١١٣٨: غنزة وحلب في سوريا؛ ٢٣٠,٠٠٠ قتيل.
١٢٠١: مصر العليا؛ ١,١٠٠,٠٠٠ قتيل.
١٢٦٨: سيليسيا في الأناضول؛ ٦٠,٠٠٠ قتيل.
١٢٩٠: الصين؛ ١٠٠,٠٠٠ قتيل؛ قُدّرت قوة الزلزال بـ ٦,٧٥.
١٢٩٣: كاماكورا في اليابان؛ ٣٠,٠٠٠ قتيل.
١٤٥٦: نابولي في إيطاليا؛ ٦٠,٠٠٠ قتيل.
١٥٣١: لِشبونة في البرتغال؛ ٣٠,٠٠٠ قتيل.
١٥٥٦: الصين؛ ٨٣٠,٠٠٠ قتيل.
١٦٦٧: شيماخا في أذربايجان؛ ٨٠,٠٠٠ قتيل؛ قوة الزلزال ٦,٩.
١٦٦٨: مقاطعة شانتونج في الصين؛ ٥٠,٠٠٠ قتيل.
١٦٩٣: صقلية ونابولي في إيطاليا؛ ١٠٠,٠٠٠ قتيل.
١٧٠٣: جدّو في اليابان؛ ٢٠٠,٠٠٠ قتيل.
١٧٢٧: تبريز في إيران؛ ٧٧,٠٠٠ قتيل.
١٧٣٠: هوكايدو في اليابان؛ ١٣٧,٠٠٠ قتيل.
١٧٣١: بابجينج (بيكين) في الصين؛ ١٠٠,٠٠٠ قتيل.
١٧٣٧: كالكوتا في الهند؛ ٣٠٠,٠٠٠ قتيل.
١٧٥٥: لشبونة في البرتغال، وإسبانيا، والمغرب؛ ٦٢,٠٠٠ قتيل.
١٧٨٠: تبريز في إيران؛ ١٠٠,٠٠٠ قتيل.
١٧٨٣: كالابريا في إيطاليا؛ ٥٠,٠٠٠ قتيل.
١٨١١ – ١٨١٢: نيو مدريد في ولاية ميسوري الأميركية؛ ٣ زلازل؛ عدد قليل من القتلى؛ تقدّر قوة هذه الزلازل بين ٨,٤ و٨,٧.
١٨٢٨: جزيرة هونشو في اليابان؛ ٣٠,٠٠٠ قتيل.
١٨٣٦: شمال اليابان؛ ٢٨,٣٠٠ قتيل؛ قوة الزلزال ٧,٦.
١٨٤٧: اليابان؛ ٣٤,٠٠٠ قتيل.
١٨٥٧: ممرّ تيجون ويامديل في ولاية كاليفورنيا الأميركية؛ عدد غير معروف من القتلى؛ القوّة المقدّرة للزلزال ٨,٣.
١٨٦٨: الإكوادور؛ ٧٠,٠٠٠ قتيل.
١٨٨٣: جاڤا؛ ١٠٠,٠٠٠ قتيل.
١٩٠٥: الهند؛ ١٩,٠٠٠ قتيل؛ قوّة الزلزال ٨,٦.
١٩٠٦: سان فرانسيسكو في ولاية كاليفورنيا الأميركية؛ ٧٠٠ قتيل؛ قوّة الزلزال ٨,٣.
١٩٠٦: ڤالپاريزو في التشيلي؛ ١٥٠٠ قتيل؛ قوّة الزلزال ٨,٦.
١٩٠٨: كالابريا في إيطاليا؛ ميسّينا في صقلية؛ ٧٥,٠٠٠ قتيل؛ قوّة الزلزال ٧,٥.
١٩١٥: أبروتسي في إيطاليا؛ ٣٢,٦٠٠ قتيل؛ قوّة الزلزال ٧.٥.
١٩٢٠: مقاطعة كانسو في الصين؛ ٢٠٠,٠٠٠ قتيل؛ قوّة الزلزال ٨,٥.
١٩٢٣: طوكيو؛ يوكوهاما في اليابان؛ ١٤٠,٠٠٠ قتيل؛ قوّة الزلزال ٨,٣.
١٩٣٢: مقاطعة كانسو في الصين؛ ٧٠,٠٠٠ قتيل؛ قوّة الزلزال ٧,٦.
١٩٣٥: الهند؛ ٢٥,٠٠٠ قتيل؛ قوّة الزلزال ٧,٥.
١٩٣٩: إرزينكان في تركيا؛ ٣٢,٠٠٠ قتيل؛ قوّة الزلزال ٨,٠.
١٩٣٩: كونسيپسيون في التشيلي؛ ٣٠,٠٠٠ قتيل؛ بقوّة ٨,٣.
١٩٤٨: أشكاباد في توركمنيستان؛ ١٩,٨٠٠ قتيل؛ بقوّة ٧,٣.
١٩٦٠: أجادير في المغرب؛ ١٢,٠٠٠ قتيل؛ بقوّة ٥,٩.
١٩٦٠: بويرتو مونت وڤالديڤيا في التشيلي؛ ٦٠٠٠ قتيل؛ بقوّة ٨,٥.
١٩٦٢: شمال غرب إيران؛ ١٢,٠٠٠ قتيل.
١٩٦٤: پرنس وليام ساوند من ولاية ألاسكا الأميركية؛ ١٣٠ قتيل؛ بقوّة ٨,٥.
١٩٧٠: شمال البيرو؛ ٦٦,٨٠٠ قتيل؛ بقوّة ٧,٧٥.
١٩٧١: وادي سان فرناندو في كاليفورنيا؛ ٦٠ قتيلاً؛ بقوّة ٦.٤.
١٩٧٢: نيكاراجوا؛ ١٠,٠٠٠ قتيل؛ بقوّة ٦.٢.
١٩٧٦: جواتيمالا؛ ٢٣,٠٠٠ قتيل؛ بقوّة ٧,٥.
١٩٧٦: تانجشان في الصين؛ ٢٤٠,٠٠٠ قتيل؛ بقوّة ٧,٨.
١٩٧٧: بوخارست في رومانيا؛ ١٥٠٠ قتيل؛ بقوّة ٧,٢.
١٩٨٠: الأصنام في الجزائر؛ ٢٦٠٠ قتيل؛ بقوّة ٧,٧.
١٩٨٠: جنوب إيطاليا؛ ٤٨٠٠ قتيل؛ بقوّة ٧,٢.
١٩٨٣: شرق تركيا؛ ١٤٠٠ قتيل؛ بقوّة ٧.١.
١٩٨٥: المكسيك؛ ١٠,٠٠٠ قتيل؛ بقوّة ٨,١.
١٩٨٦: سان سلڤادور في السلڤادور؛ ١٠٠٠ قتيل؛ بقوّة ٥,٤.
١٩٨٨: أرمينيا؛ ٢٥,٠٠٠ قتيل؛ بقوّة ٦.٩.
١٩٨٩: سان فرانسيسكو وأوكلاند في ولاية كاليفورنيا؛ ٧٠ قتيلاً؛ بقوّة ٧,١.
١٩٩٠: شمال غرب إيران؛ ٤٠,٠٠٠ قتيل؛ بقوّة ٧.٧.
١٩٩٠: شمال الفيليبين؛ ١٦٠٠ قتيل؛ بقوّة ٧.٧.
١٩٩١: أفغانستان؛ باكستان؛ ١٢٠٠ قتيل؛ بقوّة ٦.٨.
١٩٩٢: إرزينكان في تركيا؛ زلزالان؛ ٤٠٠٠ قتيل؛ بقوّة ٦.٠ و٦,٢.



صدع سان أندرياس

تشقّق الصخور على شاطىء چازوس في كاليفورنيا نتيجة تصادم الصفائح التكتونية





منارة نقطة أرينا

شاطىء منحوت في محميّة نقطة ريز الوطنيّة



الصدع

الصدع هو خطّ انكسار تتحرّك على طوله كتلة من الصخر أو قطعة من قشرة الأرض بالنسبة إلى الكتلة الأخرى. وقد تحدث الحركة المسؤولة عن تغيير موضع الكتلة الصخرية في اتجاه عموديّ أو أفقيّ أو عموديّ أفقيّ. في الكتل الجبليّة التي ارتفعت بفعل حركة الصدوع، مثل سلسلة واساتش في يوتا، يمكن أن تصل مسافة الإزاحة الإجمالية إلى آلاف الأمتار؛ وهي تمثّل التأثير التراكميّ الطويل الأمد الناتج عن حركة ضئيلة وبطيئة بدلاً من ارتفاع واحد هائل. ولكن عندما تكون الحركة على طول الصدع مفاجئة وعنيفة، فإنّها تتسبّب أحياناً بزلزال قويّ، وقد تتوصّل إلى شقّ سطح الأرض، مشكّلة بذلك معلّماً طوبوغرافياً يُعرف بمنحدر الصدع أو جُرْف الصدع.

على مدى ملايين السنين، أزاحت الحركة الأفقيّة، على طول صدع سان أندرياس، جزءاً من السلاسل الجبليّة الساحليّة في كاليفورنيا على مسافة كبيرة في اتجاه الشمال الغربيّ. وقد أدّى ذلك إلى حدوث زلازل عنيفة، مثل الزلزال الذي ضرب سان فرانسيسكو في ولاية كاليفورنيا في العام ١٩٠٦. وتتحرّك الصدوع الكبيرة، مثل صدع سان أندرياس في ولاية كاليفورنيا، التي تشكّل الحدود بين صفائح مختلفة من قشرة الأرض بفعل القوى التي تتسبّب بالزحزحة القاريّة. وقد تتحرّك القشرة على طول الصدوع المحليّة الأصغر حجماً بفعل إجهاد الشدّ، كما في حالة الصدوع التي تحدّد سلاسل جبال الحوض الكبير في ولايتي يوتا ونيڤادا الأميركيّتين، أو بفعل الإنضغاط، مثل الصدوع التي تكدّس الطبقات الرسوبيّة على طول الجهة الشرقيّة لجبال روكي (الجبال الصخريّة) في ولايتي وايومينج ومونتانا في الولايات المتحدة.

أنواع الصدوع

هناك فئتان كبيرتان من الصدوع: صدوع تشهد حركة صعود ونزول بالنسبة لمستوى الصدع (المليّة الإنزلاق)، وصدوع تشهد حركة موازية لمستوى الصدع (المتّجهة الإنزلاق). وتنقسم الصدوع المليّة الإنزلاق إلى صدوع عاديّة وصدوع عكسيّة. ويتحدّد الإختلاف بين هذه الصدوع وفقاً للحركات النسبيّة. في الصدع المليّ الإنزلاق، يكون مستوى الصدع عادة غير عموديّ، لذلك فإنّ إحدى الكتلتين تستقرّ فوق الأخرى. وتُعرف الكتلة العلويّة بالجدار المعلّق، فيما تُعرف الكتلة السفليّة بالجدار السفليّ. وإذا نزل الجدار المعلّق نسبة إلى الجدار السفليّ، يكون الصدع عاديّاً؛ وإذا ارتفع الجدار المعلّق، يكون الصدع عكسيّاً. تنتج الصدوع العاديّة عن قوى الشدّ (إبعاد)، فيما تنتج الصدوع العكسيّة عن القوى التضاغطيّة (تقريب).

وتنشأ الصدوع عن القوى التي تكوّن الأنظمة الجبليّة. ويفوق عددُ الصدوع العكسيّة الكبيرة والصدوع المتّجهة الإنزلاق الكبيرة عددَ الصدوع العاديّة الكبيرة، نظراً إلى أنّ سلاسل الجبال تتكوّن بفعل القوى التضاغطيّة. ويمكن للصدوع العاديّة أن تتشكّل في وقت لاحق، بعد المرحلة التضاغطيّة من تكوّن الجبال، كما حدث مثلاً في منطقة الحوض الكبير في غرب الولايات المتحدة. وتحدث الصدوع العاديّة أيضاً في داخليّة القارّات وفي المناطق الساحليّة، مثل ساحل الخليج في أميركا الشماليّة حيث تحدث حركة صدعيّة استجابة لقوى الجذب المسلّطة على الرسابات المتراكمة.

ومع الوقت، يمكن لعوامل الحتّ والتجوية أن تسوّي صخور الجدار المعلّق والجدار السفليّ، وتزيل أيّ أثر لكسر على السطح. ولكن إذا كانت حركة الصدع حديثة أو قويّة بما فيه الكفاية، فقد تترك شقّاً ظاهراً أو تخلّف منحدراً شبيهاً بالجرف.

الموجات الزلزاليّة

الموجات الزلزاليّة اهتزازات ناتجة عن حركة الصخور في القشرة الأرضيّة. أثناء حدوث الزلزال، تنتشر الموجات الزلزاليّة من مركز الزلزال إلى سطح الأرض. وتتحدّد سرعة حركة الموجات وفقاً لطبيعة ونوع الصخر الذي تمرّ فيه، لكنّها تتراوح عادة بين ١ و ١٠ كم/ثانية. يتميّز بعض الموجات بتردّد مرتفع، ما يسمح بسماعها بوضوح؛ ولا يحدث بعضها الآخر إلّا بعد عدّة ثوان أو عدّة دقائق، نظراً لتردّدها المنخفض.

تُنتج الزلازل نوعين رئيسيّين من الموجات: موجات الضغط والموجات المستعرضة. يخترق نوعا الموجات الزلزاليّة الأرض انطلاقاً من مركز الزلزال، لكن موجات الضغط هي الوحيدة التي تعبر الجزء المعروف بالنواة الخارجيّة، والمكوّن من مادّة مصهورة.

تنتقل موجات الضغط بسرعة أكبر من الموجات المستعرضة، وتصل قبلها الى سطح الأرض. لذا، تعرف هذه الموجات بالموجات الأوّليّة ويطلق على الموجات المستعرضة الأكثر بطئاً سم الموجات الثانويّة. ويحدث أن تكون أوّل إشارة إلى حدوث زلزال صغير سماع صوت كتيم عديم الصدى يعلن وصول الموجات الأوّليّة. من ثمّ، تصل الموجات الثانويّة إلى السطح محدثةً اهتزازاً أقوى وأعنف.

قوّة الزلزال

قوّة الزلزال هي قياس كميّة الطاقة المطلقة عند حدوث الزلزال. ونحصل على مقدار قوّة الزلزال بالإستناد الى سعة ذبذبة الموجات الزلزاليّة التي تسجّلها المراجف (أو مراسم الزلازل) وللمسافة التي تفصل مرصد الزلازل عن مركز الزلزال.

نعرف عادة الزلازل التي لا تتجاوز قوّتها ٢ (درجتين) بالزلازل الصغيرة، وهي غالباً ما تكون أخفّ من أن يحسّ بها أحد. أمّا الزلازل التي تصل قوّتها الى ٥ درجات تقريباً فتسجّلها المراجف في جميع أنحاء العالم، ويمكن للزلازل التي تعادل قوّتها أو تتجاوز ٦ درجات أن تتسبّب بأضرار ملموسة. تسجّل الزلازل الكبيرة قوّة بدرجة ٨ على الأقل، وتحدث هذه الزلازل بمعدّل زلزال كبير واحد في السنة.

المركز

نقطة في باطن الأرض واقعة عند مصدر الزلزال، حيث تطلق الطاقة.

مقياس ريختر

وضع شارلز ريختر هذا المقاس لقياس قوّة الزلازل في العام ١٩٣٥. وقد قدّر ريختر هذه القوّة بالإستناد إلى سعة ذبذبات الموجات الزلزاليّة التي تسجّلها أدوات بالغة الدقّة (المرجفة أو مرسمة الزلازل)، ووفقاً للطاقة المطلقة عند مركز الزلزال. مقياس ريختر مقياس أسّي أو لوجاريتمي، أي إن كل درجة في المقياس تمثّل قوّة أكبر بـ ١٠ أضعاف من الدرجة التي تسبقها. فقوّة ٧، مثلاً، تشير إلى أنّ سعات الذبذبات المسجلة هي أكبر بـ ١٠ أضعاف من القوة ٦ وبـ ١٠٠ ضعف من القوّة ٥.

ولقياس الزلازل الكبيرة، يستعمل الزلزاليّون (العلماء المتخصّصون بدراسة الزلازل) اليوم نظاماً آخر، هو مقياس درجة العزم (أو مقياس مقدار العزم). وترتكز درجة العزم على معطيات مسجلة بأجهزة أكثر حساسيّة من الأجهزة التي كانت متوفّرة في زمن ريختر. وتكون درجة العزم ودرجة ريختر شبه متساويتين للزلازل التي لا تتجاوز قوّتها ٧ درجات. وقد بلغت أعلى درجة عزم مسجلة إلى اليوم ٩،٥، وذلك في الزلزال الذي حدث في المحيط الهادىء قرب التشيلي في العام ١٩٦٠. وكان هذا الزلزال بقوّة ٨.٥ درجات على مقياس ريختر.

يحدث كلّ يوم أكثر من ألف زلزال بقوّة درجتين على الأقلّ على مقياس ريختر. لكنّ الزلازل التي لا تتعدّى قوّتها ٥ درجات نادراً ما تتسبّب بأضرار كبيرة. أمّا الزلازل بقوّة ٧ درجات أو أكثر على مقياس ريختر فهي قادرة على التسبّب بأضرار فادحة وزهق عدد كبير من الأرواح.

المرجفة، أو مرسمة الزلازل

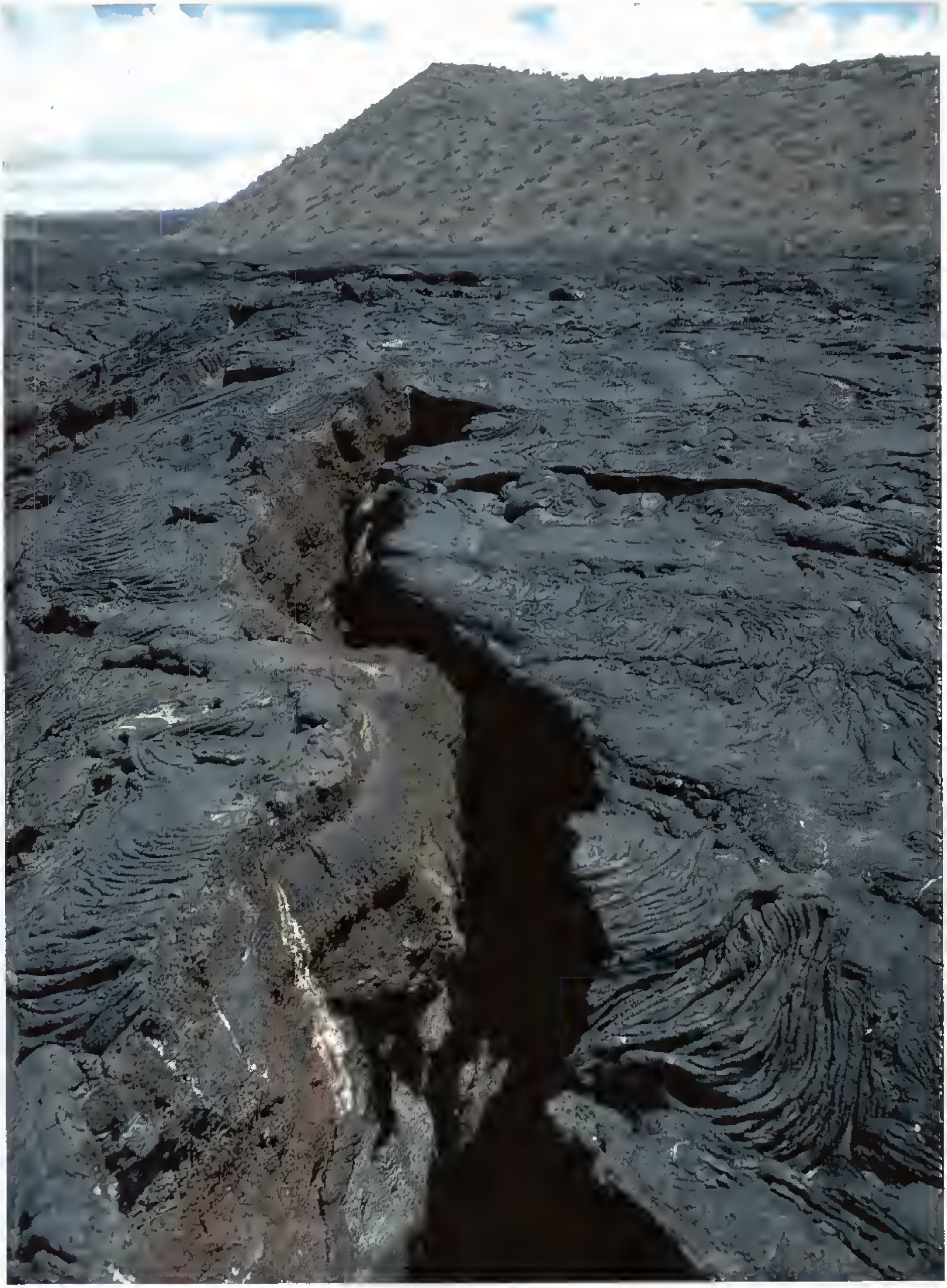
المرجفة هي أداة تضخّم اهتزازات الأرض الصغيرة وتسجّلها. واستناداً إلى هذه التسجيلات، يستطيع الزلزاليّون تحديد موقع الزلزال وقوّته. ويستعمل العلماء أيضاً المرجفة للبحث عن النفط ودراسة باطن الأرض ومعرفة سماكة المجلّدات.

وتستطيع المراجف الفائقة الحساسيّة تضخيم حركة الأرض حتى عشرة ملايين ضعف. وتتكوّن هذه المراجف من ثقل معلّق بإطار بواسطة زنبرك دقيق. ويتحرّك الإطار مع اهتزاز الأرض، لكنّ الثقل يميل إلى البقاء ثابتاً نظراً لقصوره الذاتيّ. وتُضخّم الحركة النسبيّة بين الثقل والإطار باستعمال محوّل كهرطيسي للطاقة ومضخّم إلكترونيّ. ويتحرّك محوّل الطاقة (ملفّ متصل بالثقل) في الحقل المغنطيسيّ الذي يولّده مغنطيس مثبت بالإطار. وتستحثّ هذه الحركة جهداً (ڤولتيّة) كهربائيّاً في الملفّ، الذي ينقله إلى المضخّم. ويُسجّل الجهد المضخّم بواسطة الكومبيوتر أو جهاز يرسم حركة الأرض على ورقة متحرّكة. ويستطيع بعض المراجف كشف حركة الأرض حتى عُشر جزء من بلبون من المتر. ويمكن للمحطة الواقعة في مكان هادىء أن تسجّل عدّة زلازل في اليوم الواحد.

تُستعمل أنواع مختلفة من المراجف لقياس الموجات الزلزاليّة القصيرة والطويلة. وتسجّل مرجفة بُوينج الموجات الطويلة التي تتجاوز ٨٠٠ كيلومتر. وتقيس مرجفة بينيوف الإنفعاليّة الخطيّة تغيّر المسافة بين عمودين مثبتين في الأرض. ويسجّل مسرّع الحركة القويّة الإهتزازات القويّة التي لا يمكن تسجيلها بواسطة الأجهزة الحسّاسة. وتُستعمل المراجف في مجموعات من ثلاثة أجهزة لقياس ثلاثة أشكال من حركة الأرض على نحو منفصل: صعوداً – نزولاً، وشمالاً – جنوباً، وشرقاً – غرباً. وتتوزّع أكثر من ١٠٠٠ محطّة لقياس قوّة الزلازل في جميع أنحاء العالم.

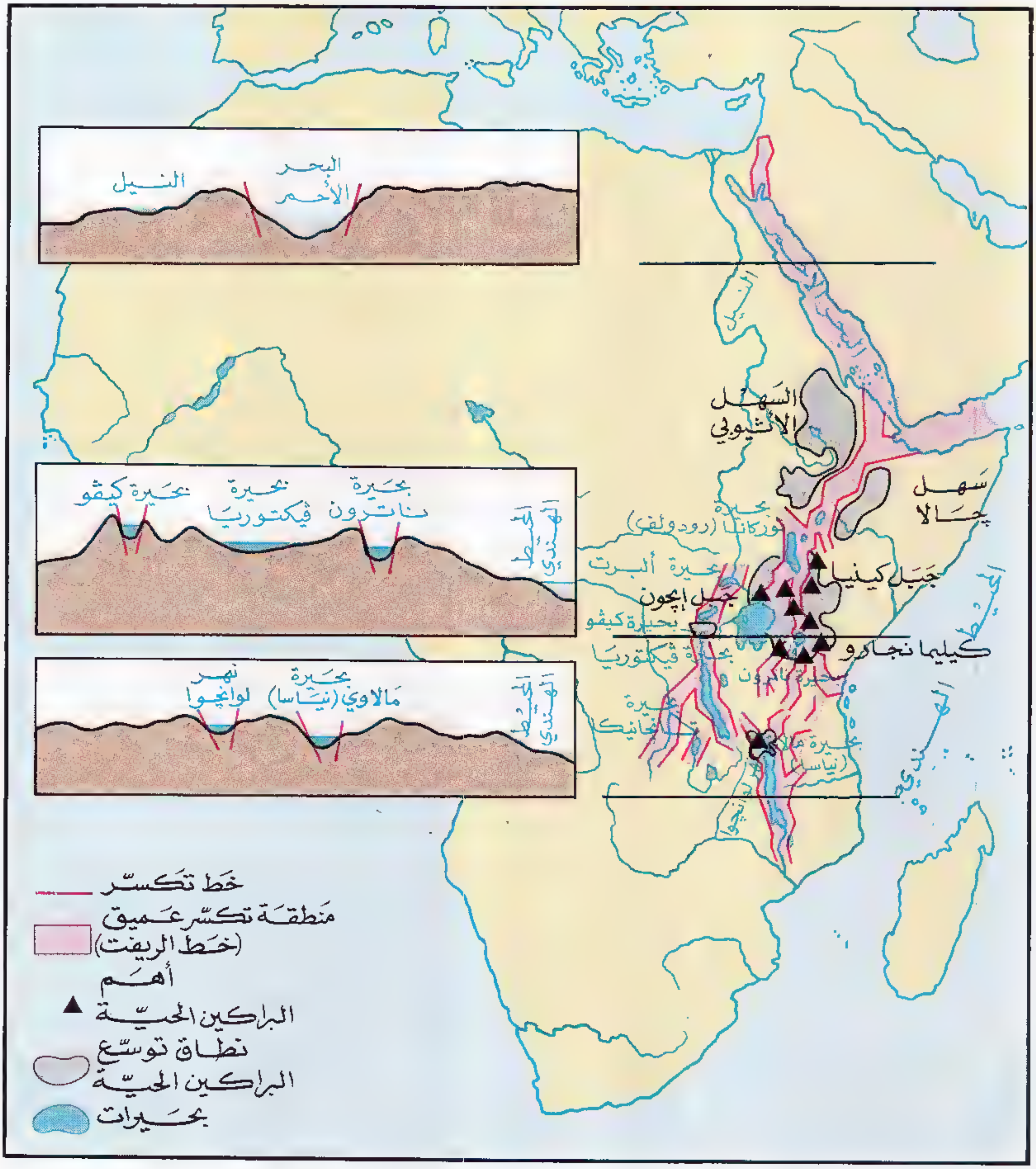
وتُستعمل في الأبحاث العلميّة والتنقيب مراجف صغيرة جداً ومتينة. ويضع العلماء المئات من هذه المراجف حول المكان الذي يقومون بدراسته. ثمّ يفجّرون عدداً من المتفجّرات لخلق موجات زلزاليّة تنتشر إلى الطبقات الصخريّة تحت الأرض، التي تعود وتعكسها. وتقيس المراجف الموجات المنعكسة وتحدّد طبيعة الصخور والتكوينات الموجودة تحت سطح الأرض.

وقد وضع روّاد الفضاء خمس مراجف خاصّة على سطح القمر. وسجّلت هذه الأجهزة موجات زلزاليّة ناتجة عن زلازل قمريّة خفيفة جدّاً وعن اصطدام الحجارة النيزكيّة بسطح القمر. وقد بيّنت التسجيلات المرجفيّة أنّ للقمر قشرة سميكة وصلبة.



صدع جزيرة بارتولومي من مجموعة جزر چالاپاچوس

طريقة تشقّق أفريقيا الشرقيّة



يتألّف وادي الصدع الكبير من سلسلة من الوديان التي تخترق القسم الأكبر من شرق أفريقيا وجزءاً من جنوب غرب آسيا.
ويمتدّ على حوالى ٧,٢٠٠ كم من سوريّا في جنوب غرب آسيا إلى الموزامبيق في جنوب شرق أفريقيا.
وترتفع جدران الوادي الشديدة التحدّر إلى حوالى ألفي متر في بعض الأماكن.
ويتراوح عرض الوادي في معظم أجزائه بين ٣٠ و١٠٠ كم.
ويتميز وادي الصدع الكبير ببعض أكثر المناظر الطبيعية مشهديّةً في أفريقيا،
ويشتمل على عدد من البحيرات والبراكين.

تمثّل الصورة وادي الصدع الكبير من جهّة كينيا



مجموعة صدوع شرق أفريقيا

مجموعة صدوع شرق أفريقيا هي سلسلة من الوديان الناجمة عن التصدّع، وهي متّصلة تقريباً، ومصحوبة غالباً بالبراكين. وتمتدّ هذه المجموعة عبر شرق أفريقيا باتّجاه شماليّ - جنوبيّ على طول ٤٠٠٠ كيلومتر. وهي فرع قاريّ لمجموعة الصدوع المنتشرة عبر العالم تحت المحيطات، كما أنّها تحدّد الخطوط التي تنفصل على طولها، الصفيحة الثانويّة الشرقيّة (الصومال) عن الصفيحة الثانويّة الغربيّة (أفريقيا). ولقد بدأت أفريقيا بالانقسام إلى قسمين منذ حوالى خمسين مليون سنة، ولا تزال عمليّة الانقسام مستمرّة. ويبلغ معدّل التباعد أقصاه، حوالى ملمتراً واحداً كلّ سنة، في شمال أثيوبيا، ويتضاءل إلى معدّلات صغيرة جداً في الجنوب.

وتوجد الصدوع الأكثر تطوّراً في الشمال، في كلّ من أثيوبيا وكينيا وأوغندا حيث تقترن بمنطقة مرتفعة وواسعة يرافقها دفق حراريّ عالٍ غير اعتياديّ. أمّا وادي الصدع الكبير المستطيل الذي غالباً ما يتراوح عرضه بين ٣٠ و١٠٠ كم، وفيه ينخسف قعر الوادي مئات الأمتار تحت مستوى المناطق المحاذية، على طول فوالق شديدة الإنحدار تشكّل جدران الوادي. وهذه الفوالق ناشطة حالياً، وغالباً ما تتسبّب حركاتها بحدوث هزّات أرضيّة خفيفة. كما تظهر البراكين الناشطة والخامدة ضمن وديان الصدع حيث تصبح قشرة الأرض رقيقة بشكل غير عاديّ.

ومجموعة الصدوع هذه هي امتداد للمجموعة الموجودة تحت المحيط في البحر الأحمر. ويبدأ هذا الامتداد في مثلث عفّار، وهو منطقة معقّدة من الصدوع والبراكين في أثيوبيا، ويكمل جنوباً عبر الهضاب الأثيوبيّة حيث يُعرف بالصدع الأثيوبيّ الذي يضمّ عدداً من البراكين الناشطة. **وعلى مسافة قصيرة إلى**



الجنوب، تكمل مجموعة الصدوع مسارها حيث تُعرف بصدوع كينيا (أو صدوع جريجوريّ) التي تمتدّ عبر كينيا إلى شمال تانزانيا. ويقترن بهذه الصدوع بركان جبل كينيا وبركان جبل كيليمانجارو الخامدين. (كما يظهر في الصورة)

وعلى بعد عدّة مئات من الكيلومترات إلى الغرب، تمتدّ مجموعة ثانويّة موازية من الصدوع، تُعرف بمجموعة الصدوع الغربيّة، وتتألّف من سلسلة من الوديان الناجمة عن التصدّع. وتشكّل هذه الوديان قعراً لبعض كبرى بحيرات أفريقيا كبحيرات ألبرت (موبوتو سيسي سيكو) وإدوارد بين أوغندا والكونغو (زائير) وكيفو بين رواندا والكونغو (زائير) وتانجانيكا بين تانزانيا والكونغو (زائير). أمّا في القسم الشماليّ من الصدع الغربيّ، فتشكّل كتلة مرتفعة، سلسلة جبال الروونزوري في أوغندا. وإلى الجنوب من بحيرة تانجانيكا، يتحوّل الصدع الغربي إلى الشرق عبر تانزانيا.

وعلى مسافة قصيرة إلى الشمال من بحيرة مالاوي، يتحوّل الصدع إلى الجنوب مجدّداً في منطقة كانت تنشط فيها البراكين في العصور الجيولوجيّة الغابرة. ويمرّ الامتداد الجنوبيّ للصدع عبر مالاوي حيث تملأه بحيرة مالاوي، وأيضاً عبر وادي شيره في الموزامبيق حيث يفصل بين هضاب الموزامبيق والسهل الساحليّ. أمّا إلى الجنوب من هذه النقطة، فإنّ الصدع يصبح غير واضح وتختفي آثاره.

لقد تمّ العثور على عدّة تفرعات ثانويّة لمجموعة الصدوع بعيداً نحو الغرب. ويمتدّ أحدها، وهو يسمّى صدع لوانجوا، باتّجاه جنوبيّ غربيّ، مبتدئاً من جنوب بحيرة تانجانيكا بمحاذاة وادي لوانجوا على حدود زامبيا وزيمبابويه، ومنتهياً في شمال بوتسوانا. ويمتدّ فرع ثان أقصر من الأوّل، باتّجاه جنوب غرب بحيرة تانجانيكا عبر الكونجو (زائير) حيث ينتهي قرب بحيرة مويرو.



الحَمَّة Geyser: هي ينبوع حارّ تتفجّر منه نوافير من المياه والبخار. وتمتدّ حفرة على شكل قناة مملوءة بالماء، من فم الحَمَّة إلى داخل أديم الأرض. في بعض الأحيان، تتواجد الصهارة Magma، وهي مادّة صخريّة تذوّبها الحرارة المولّدة في باطن الأرض، بالقرب من قعر الحفرة، فتسخن الصخور التي تحيط الماء. فيصبح عندها الماء في الجزء الأسفل من الحفرة حارّاً جدّاً، ولكنّ الضغط الآتي من الأعلى يمنعه من الغليان. عندما يسخن الماء الموجود في الأعلى، يبدأ بالغليان ويندفع جزء منه صعوداً، فيخفّ الضغط الممارَس على المياه الحارّة في الأسفل، التي تتحوّل فجأة إلى بخار وتتفجّر قاذفة عامود المياه الذي فوقها. ثم تعود المياه وتتسيّل ببطء إلى داخل الحفرة لتبدأ العملية من جديد. تقع أكثر الحمّات نشاطاً في إيسلاندا ونيوزيلاندا والولايات المتحدة. في الولايات المتحدة، تتفجر حمّة «الاولد فايثفول» Old Faithful في حديقة يلوستون الوطنيّة، كلّ ٥٠ إلى ١٠٠ دقيقة تقريباً.

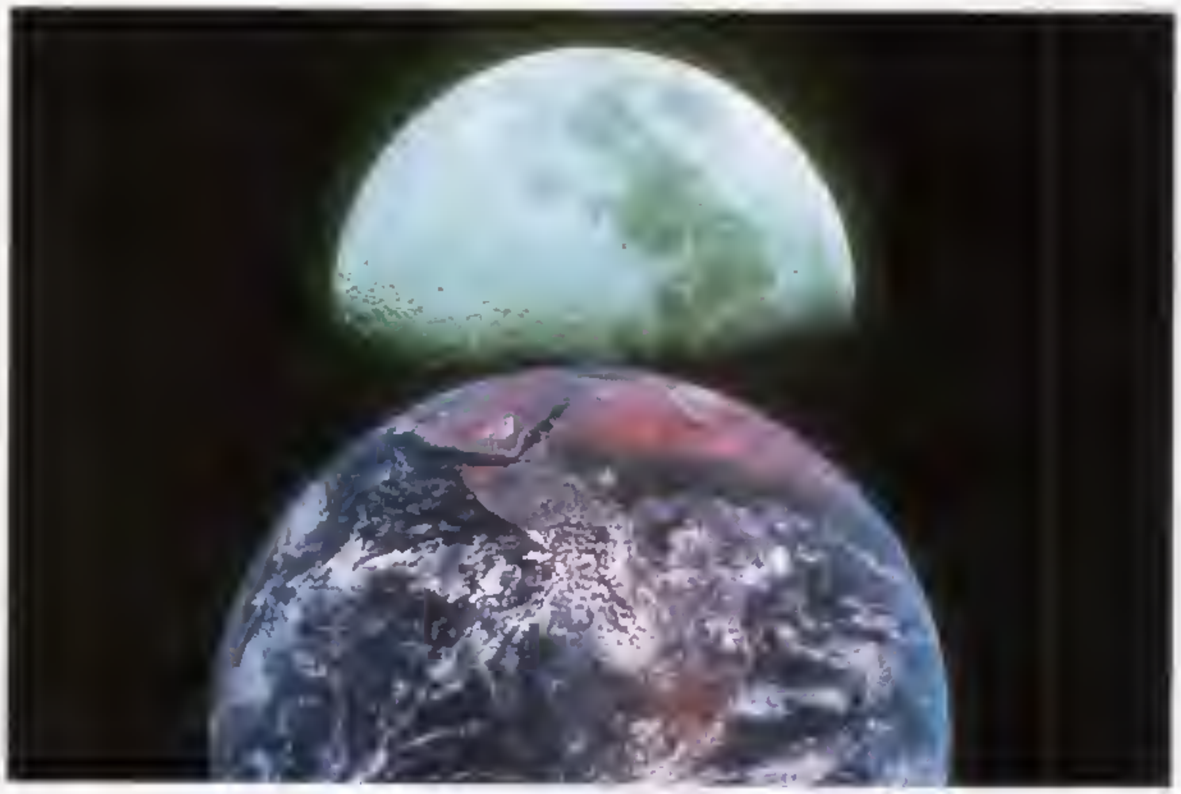


سرعة دوران لبّ الأرض الدّاخليّ أكبر مقارنةً بالغلاف وقشرة الأرض

ذكر بعض علماء الفيزياء الجيولوجيّة Geophysics، في جامعة كولومبيا في مدينة نيويورك في الولايات المتحدة، أنّ لبّ الأرض الدّاخلي Inner Core يدور حول نفسه بسرعة أكبر بقليل مقارنةً بالغلاف Mantle والقشرة Crust؛ وقدّروا أنّ اللبّ أو النواة يسبق الغلاف والقشرة بمقدار ١,١ درجة شرقاً. وتُعتبر هذه الدراسة المنشورة بتاريخ ١٨ تموز ١٩٩٦ في مجلّة «Nature» أولى محاولات العلماء لجمع الأدلّة الملموسة حول حركة لبّ الأرض. ويُعتقد أنّ الاكتشاف سيساعد العلماء على تحسين معرفتهم بالعمليّات المعقّدة والدّيناميّة الحاصلة داخل الأرض، لا سيّما تكوّن الحقل المغنطيسيّ للأرض ونقل الحرارة خلال الأرض.

ويُعتقد أنّ اللبّ الداخليّ، المكوّن من الحديد الصّلب، والذي تبلغ كثافته مرّة وثلث المرّة مقارنة بكثافة القمر، معلّق في لبّ خارجيّ Outer Core سائل هو عبارة عن بحر هائل من الحديد المذاب. وقد استنتج العلماء وجود اللبّين الداخليّ والخارجيّ من دراستهم التصوير المقطعيّ الزّلزاليّ Seismic Tomography، وهي تقنية تقيس الموجات الزلزاليّة الناتجة عن الهزّات الأرضيّة والانفجارات، أثناء انتقال هذه الموجات من أحد جوانب الأرض إلى جانب آخر، مروراً بالأعماق الداخليّة للأرض. وتشبه هذه التقنية وسائل التصوير الطبيّة، كالمسح فوق الصوتيّ Ultrasound Scan الذي يقدّم صورة لداخل جسم المريض. وتظهر تقنيّة التصوير المقطعيّ الزلزاليّ الفروقات في الكثافة بين مختلف طبقات الأرض، ما يساعد الجيولوجيّين على تعيين الحدود بين لبّ الأرض والغلاف المحيط به وتحديد مناطق التداخل بين الصفائح القاريّة تحت سطح الأرض.

وكشفت الدراسة المذكورة في مرصد لامونت – دوهرتي Lamont-Doherty الأرضيّ في جامعة كولومبيا النقاب عن

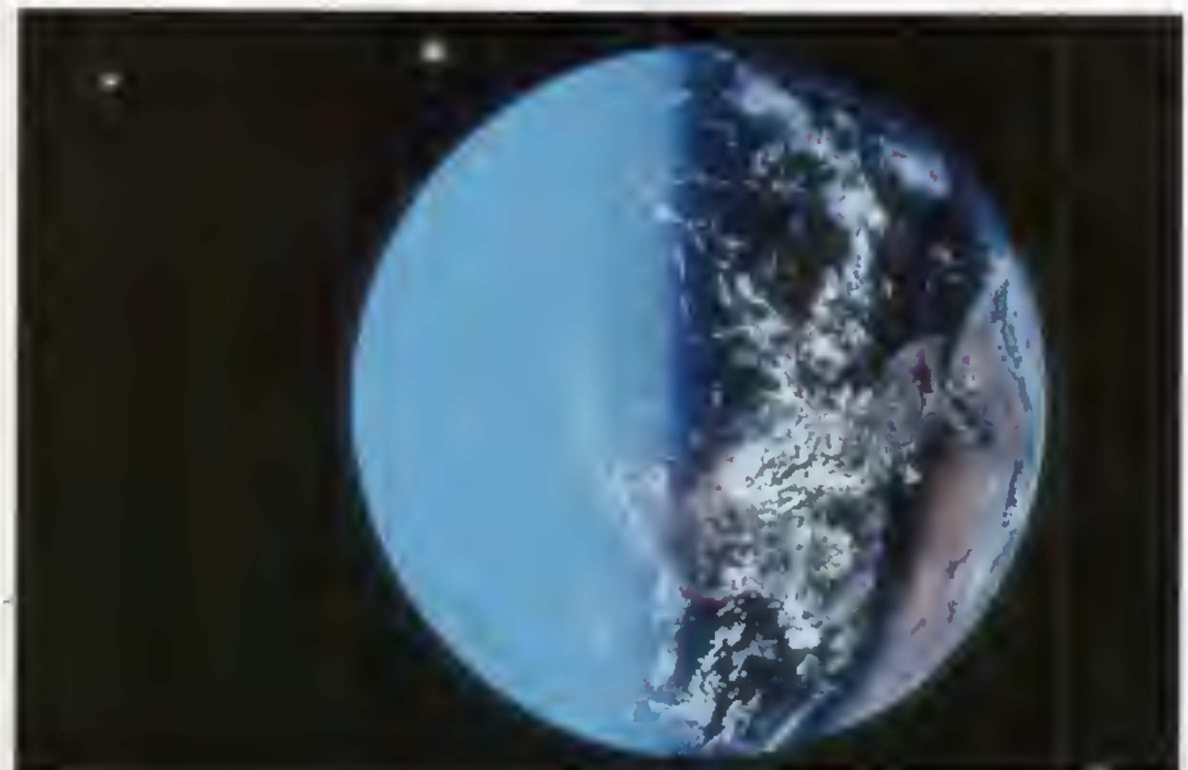


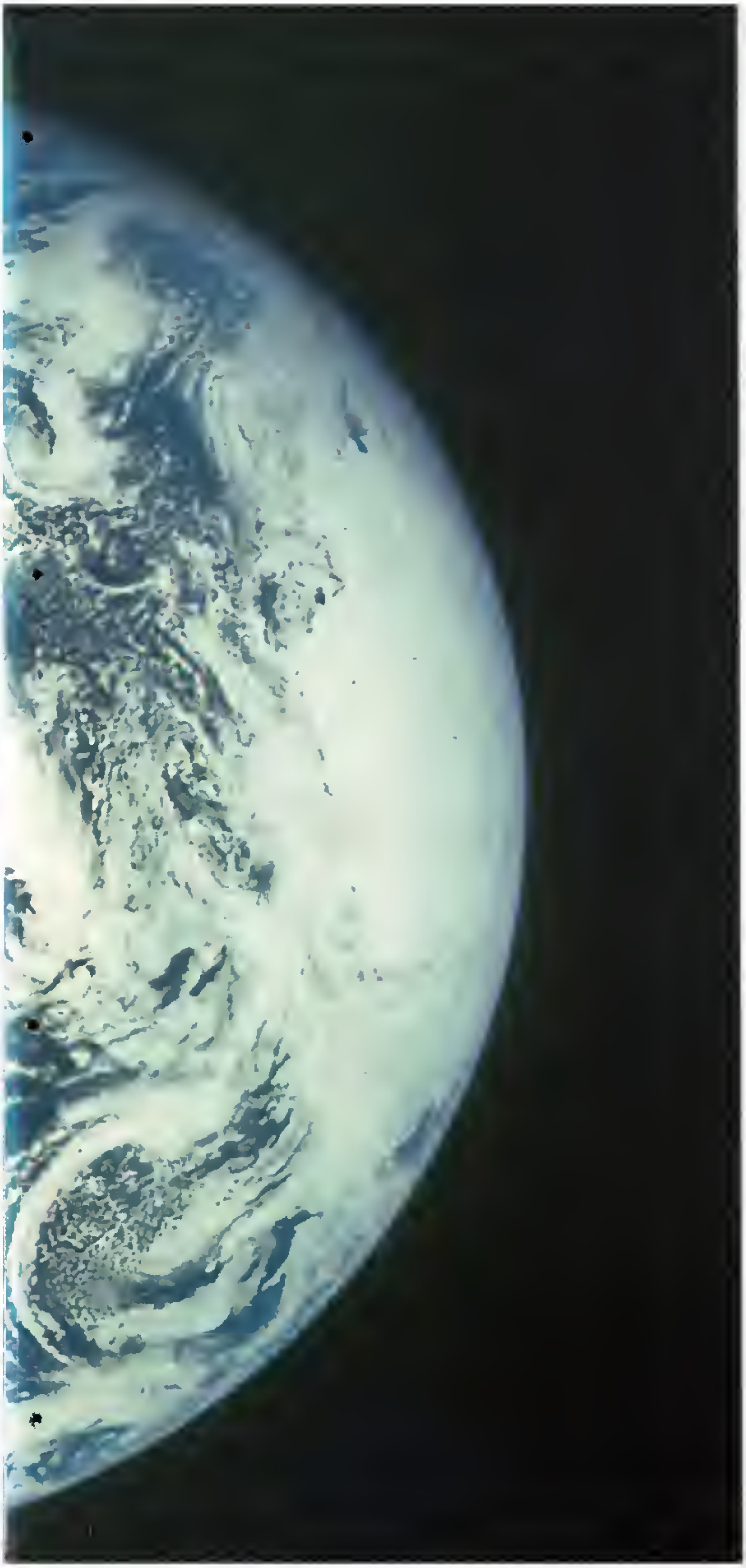
مشهد للأرض والقمر أُخذ من الفضاء الخارجيّ

استباق اللبّ الداخليّ للأرض بقية طبقات الكوكب بمقدار ١,١ درجة شرقاً كلّ عام. نخيّل نقطة على خطّ استواء سطح الأرض ونقطة تقابلها تحتها تماماً على خطّ استواء اللبّ الداخليّ. يبدو الوضع كوضع راكبَي دراجتين عند خطّ انطلاق أحد السباقات يقفان على مسارين منفصلين. ومع دوران الأرض حول محورها – وهو خطّ وهميّ يخترق لبّ الأرض – كلّ ٢٤ ساعة، تسبق النقطة الواقعة على خطّ استواء اللبّ الداخليّ نظيرتها الموجودة على خطّ استواء سطح الأرض بمسافة قصيرة.

وبعد مرور عام، تكون النقطة الداخليّة قد سبقت نظيرتها الخارجيّة بمقدار ٢٠ كم. وبما أن محيط اللبّ الداخليّ يُقدّر بـ ٨٠١٠ كم تقريباً، تُتمّ النقطة الداخليّة دورةً كاملةً، كلّما انقضى ٤٠٠ عام، مثلما يُتمّ متسابق على درّاجة دورة كاملة مقارنة بمتسابق آخر. وتُعدّ هذه الحركة سريعة نسبيّاً مقارنةً بسائر الحركات الجيولوجيّة. فالقارّات تنزاح بمقدار سنتيمترات قليلة كلّ سنة – أي إنّها أبطأ من حركة اللبّ الداخليّ بـ ١٠٠,٠٠٠ مرة، وذلك بحسب الدراسة المذكورة.

وراجع العلماء في جامعة كولومبيا التسجيلات الزلزاليّة، خلال الثلاثين عاماً الماضية، لتحديد التغييرات الدقيقة الطارئة على انتقال الزلازل والتفجيرات النوويّة عبر لبّ الأرض الداخليّ. وقد توقّعوا حصول تغييرات من هذا النوع لأنّ اللبّ الداخليّ معروف بأنّه ينقل الموجات الزلزاليّة في اتّجاه معيّن، أسرع من نقله إيّاها في اتّجاهات أخرى.





ومن التفسيرات المحتملة لهذه الظاهرة «السريعة»، تلك المتوافرة في دراسة حديثة اقترحت بأن اللبّ الداخليّ قد يكون بلّورة حديديّة ضخمة تسمح بمرور الموجات الزلزاليّة العابرة بالطول بشكل أسرع، مقارنة بالموجات العابرة بالعرض.

ويُعتقد أنّ اتجاه «حُبيبة» اللبّ الداخليّ، وهو الاتجاه الذي تعبره موجات الزلازل بسرعة، متقارب مع محور دوران الأرض الذي يخترق الأرض من القطب الشماليّ الجغرافيّ إلى القطب الجنوبيّ الجغرافيّ.

ورأى علماء الفيزياء الجيولوجيّة أنّه في حال دوران اللبّ الداخليّ بسرعة تفوق دوران سطح الأرض، تكون محاذاة المحور «السريع» عرضة للتّغيير مقارنة بالسطح، ما يؤثّر في الوقت اللازم لانتقال الموجات الزلزاليّة عبر اللبّ الداخليّ. وللتأكّد من ذلك، قارن العلماء معلومات صادرة عن محطّة رصد زلزاليّ حول هزّة أرضيّة حاصلة قربها، بمعلومات حول الهزّة نفسها صادرة عن محطّة تقع في الجانب المقابل من الأرض.

مثلاً، قورنت معلومات حول هزّة قيست في محطة رصد زلزاليّ في جزر ساندويش الجنوبيّة (وهي تابعة لبريطانيا تقع بين أنتاركتيكا وأميركا الجنوبية)، بمعلومات صادرة عن محطّة واقعة في الجانب المقابل من الأرض، أي في بلدة كولدج College في ولاية ألاسكا الأميركيّة. وقورنت معلومات مماثلة من جزر كيرماديك قرب نيوزيلاندا مع معلومات من كونجسبر وبرجن في النروج؛ وكذلك معلومات من جزيرة تونجا في المحيط الهادىء مع معلومات من جرافنبرج في ألمانيا. وحصل العلماء على معلومات زلزاليّة من مركز رصد الزلازل في جزر ساندويش الجنوبيّة تعود إلى الستّينات. أمّا بالنسبة إلى المجموعتين الأخريين من المعلومات الزلزاليّة، فلم يجدوا معلومات مسجّلة قبل الثمانينات.

وبالنسبة لكلّ مسار من المسارات الزلزاليّة الثلاثة، وجد العلماء أنّ الموجات اتّبعت أحد طريقين: طريق يمدّ خلال اللبّ الخارجي فحسب، وآخر يمدّ عبر اللبّين الداخليّ والخارجيّ. ولاستبعاد دور بعض العوامل كاختلاف الكثافة بين مختلف طبقات الأرض، قاس العلماء الفرق بين الوقتين اللاّزمين لانتقال الموجات الزلزاليّة عبر الطريقين. ولاحظوا أنّ الفرق ازداد بالنسبة لمسار جزر ساندويش الجنوبيّة – ألاسكا مع مرور السنوات، فيما تضاءل على مسار جزر كيرماديك – النروج، وظلّ مستقراً نسبيّاً على مسار تونجا – ألمانيا.

ودلّت هذه النتائج إلى أنّ اللبّ الداخليّ تحرك شرقاً. فالمحور «السريع» كان يقترب من محاذاة مسار جزر كيرماديك – النروج ويبتعد عن محاذاة مسار جزر ساندويش الجنوبية – ألاسكا. أمّا مسار



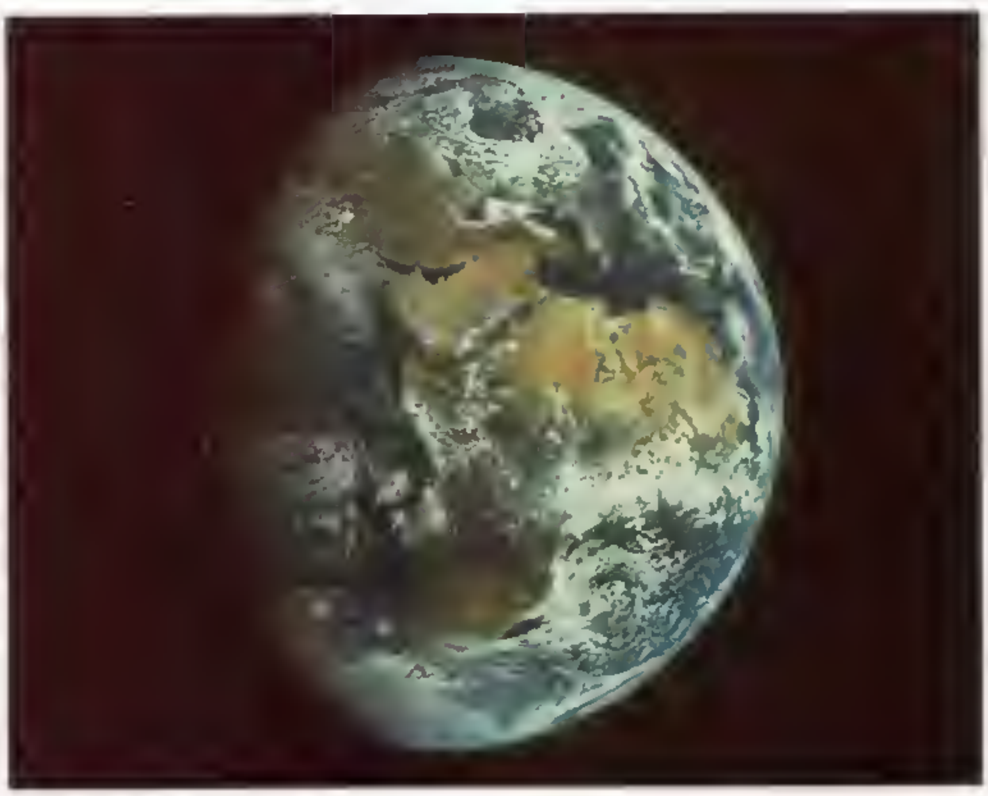


مشهد للأرض أُخذ من الفضاء الخارجيّ

تونجا – ألمانيا فيقع على امتداد سطح موازٍ لخطّ الاستواء ومتعامد تقريباً مع المحور «السريع». ولأنّ هذا المسار غير محاذٍ تماماً تقريباً للمحور «السريع»، رأى العلماء أنّ انحرافه لا يؤثّر في الموجات الزلزاليّة العابرة للّبّ الداخليّ في هذا الاتجاه.

وفي الوقت الحاضر، يشير أحد طرفي المحور «السريع» باتجاه المحيط المتجمّد الشماليّ بإحداثيّتين مساويتين لـ ٧٩ درجة شمالاً و١٦٩ درجة شرقاً في نصف الكرة الأرضيّة الشماليّ. وقبل ثلاثين عاماً، كان اتّجاه المحور يشير إلى موقع يقع إلى ٣٣ درجة غرباً وعند خطّ العرض نفسه، كما ذكرت الدراسة.

وتوافقت الاكتشافات الجديدة حول دوران اللبّ الداخليّ بشكل يفوق دوران الطبقات الأخرى سرعةً، مع حسابات نظريّة أجراها علماء في مختبر لوس ألاموس الوطنيّ في نيومكسيكو وجامعة كاليفورنيا في لوس انجيلوس في الولايات المتحدة. فهذه الحسابات التي أُجريت على حواسيب (كومبيوترات) معقّدة تركّزت حول النشاطات الداخليّة لكوكب الأرض. فاللّبّ الخارجيّ، المؤلّف من معادن سائلة، يخلق الحقل المغنطيسيّ للكوكب، وهو حقل القوّة الذي يجعل إبرة البوصلة تشير إلى الشمال. ولا تزال العمليّة الحقيقيّة في هذا المضمار من الأمور الغامضة التي يجدّ العلماء لسبر أغوارها. ويصل الحقل المغنطيسيّ إلى الفضاء



المحيط بالأرض حيث يشكّل درعاً واقية للكوكب من معظم الإشعاعات الكونيّة والأشعة الشمسيّة. ويُعتقد أنّ اللبّ الخارجيّ يعمل مولّداً كهربائيّاً ضخماً: أثناء انتقال الحرارة عبر هذا اللبّ، يتدوّم السائل حول نفسه، منشئاً تيارات كهربائيّة تخلق الحقل المغنطيسيّ. هذا التفاعل المعقّد بين التيّار الكهربائيّ والحقول المغنطيسيّة قائم بنفسه جزئيّاً، فالعمليّتان اللتان تخلقان التيّار والحقل المغنطيسيّ تُنشئان بعضهما بعضاً.

واللبّ الداخليّ، كونه بلّورة عملاقة، قادر على نقل بعض هذه الكهرباء بحيث يلعب هذا اللبّ دوراً في خلق الحقل المغنطيسيّ. وتوحي نماذج نظريّة، كتلك التي وضعها العلماء المشار إليهم آنفاً، أنّ انتقال الطّاقة في هذا النظام الديناميّ يجعل اللبّ الداخليّ يدور حول نفسه بسرعة تفوق بقليل سرعة دوران سطح الأرض.

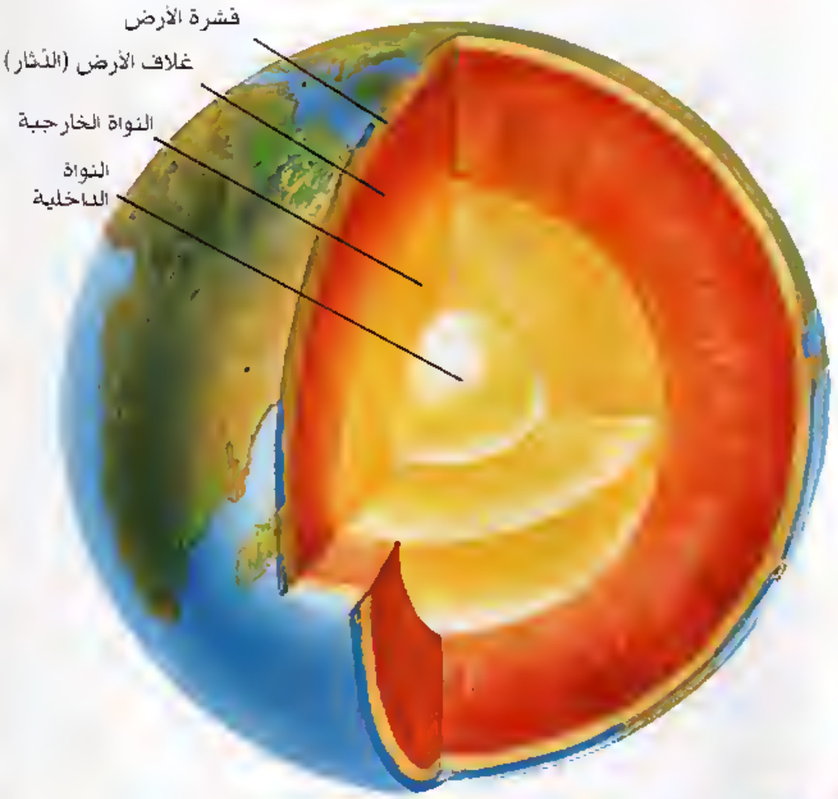
ويرى علماء الفيزياء الجيولوجيّة أنّ اتّجاه هذا الدوران شرقاً يساهم في تفسير ظاهرة أخرى معروفة منذ زمن، وهي ظاهرة انزياح قطبي الأرض المغنطيسيّين. ففي النصف الشماليّ، ينزاح القطب المغنطيسيّ قليلاً نحو الغرب كلّ عام، عاكساً الحركة باتّجاه الشرق التي يقوم بها اللبّ الداخليّ. ويُعتقد أنّ توسّع المعلومات حول هذا النظام الديناميّ عبر وسائل الملاحظة، سيمكّن العلماء في النهاية من التنبّؤ بدرجة انزياح القطبين المغنطيسيّين.

وسنمكّن المعلومات الإضافيّة في حال توفّرها العلماء يوماً ما، من التنبّؤ بالانعكاسات المغنطيسيّة. فالجيولوجيّون وجدوا في الصخور والترسّبات دلائل على أنّ الحقل المغنطيسيّ للأرض قد انعكس مرّات عدّة خلال ملايين السنوات. في حال انعكس الحقل المغنطيسيّ اليوم، سوف تشير إبرة البوصلة إلى الجنوب بدلاً من الشمال. ولا يعرف العلماء بعد هل ستقع الأرض أثناء حدوث عمليّة الانعكاس المغنطيسيّ في حقل مغنطيسيّ ضعيف أو معدوم يترك الكوكب عرضةً للأشعّة الضارّة بالحياة.

وستصقل المعلومات الجديدة أيضاً ما نعرفه حول بعض العمليّات الحاصلة داخل الأرض، كانتقال الحرارة من اللبّ إلى الغلاف، وهي عمليّة تلعب دوراً كبيراً في ظواهر سطحيّة كانفجار البراكين وحدوث الزلازل.

وقد راجعت دراسة جامعة كولومبيا معلومات متوافرة خلال ثلاثين سنة. ولذلك يبقى على العلماء إدراك ما إذا كانت حركة اللبّ الداخليّ تحافظ على ثباتها خلال فترات أطول من الزّمن، أو هل تتباطأ أو تتسارع أو حتى تنعكس. وعليهم أيضاً الإجابة عن التساؤل: هل تتذبذب حركة اللبّ مع مرور الزّمن مثلما هي الحال مع حركة السطح؟ فالتذبذب السطحيّ، المسمّى مبادرة Precession، يغيّر المناخات المناطقيّة ببطء خلال آلاف السنوات. وتمتدّ الدورة الواحدة من المبادرة إلى حوالى ٢٠,٠٠٠ سنة.

وقد تباطأ دوران الطبقات الأرضيّة الخارجيّة مع مرور الزّمن. فعلماء الكواكب والجيولوجيّون اكتشفوا أخيراً أنّ اليوم كان أقصر بستّ ساعات منذ ٩٠٠ مليون سنة.



الأرض

الأرض، موطن الإنسان، هي كوكب يدور حول الشمس في مدار منتظم مثل الكواكب الثمانية الأخرى الموجودة في النظام الشمسي. ويتصف كلّ من هذه الكواكب بخصائص مميّزة، بعضها معروف تماماً لدى العلماء والجمهور عموماً. فزحل، مثلاً، محاط بمجموعة من الحلقات، ويشتهر المشتري بأنّه أكبر كوكب في النظام الشمسي. وتُعرف الأرض أيضاً بخصائص مميّزة، وهي خصائص مهمّة جدّاً بالنسبة للإنسان. فالأرض هي الكوكب الوحيد المعروف الذي تسوده درجة الحرارة المناسبة ويغلّفه الجوّ المناسب، اللذان يسمحان بوجود الحياة كما يعرفها الإنسان.

وتسمح خصائص الأرض المميّزة بوجود أنواع البيئات والموارد الطبيعية التي يمكن أن يعيش فيها النبات والانسان والحيوانات الأخرى. وينطوي هذا الواقع على أهمية كبرى بالنسبة للإنسان، حتى أنّه أنشأ علماً خاصّاً يُدعى علم البيئة، يدرس اعتماد كافّة الكائنات الحيّة بعضها على بعض، وعلى بيئاتها. ويحاول علماء البيئة إيجاد الوسيلة الملائمة للحفاظ على بيئات الأرض، بحيث تتمكّن الكائنات الحيّة من الإستمرار في العيش على سطح الكوكب.

تتمتّع الأرض بشروط ممتازة لوجود الحياة. فدرجة الحرارة منخفضة بما فيه الكفاية، لكي يبقى الماء السائل على سطح الأرض؛ وتغطّي المحيطات في الواقع أكثر من ثلثي سطح الكوكب. إلّا أنّ درجة الحرارة مرتفعة أيضاً بما فيه الكفاية، بحيث لا يبقى سوى جزء ضئيل من هذا الماء محلّداً بشكل دائم - قرب القطبين الشمالي والجنوبي وعلى قمم بعض الجبال.

وتتميّز الأرض أيضاً بجوّ كثيف تتنفّسه الحيوانات بسهولة، وتأخذ منه النباتات ثاني أكسيد الكربون الذي تحتاج إليه لتنمو. لكنّ الجوّ ليس كثيفاً جدّاً بحيث يحجب أشعّة الشمس. وبالرغم من أنّ الغيوم غالباً ما تظهر في السماء، فإنّ كميّة كافية من أشعّة الشمس تصل بالإجمال إلى سطح الأرض، لكي تتمكّن النباتات من النموّ والتكاثر. وتحوّل النباتات، أثناء نموّها، الطاقة المستمدّة من أشعّة الشمس إلى طاقة كيميائية تستعملها في عمليّات الحياة. ويشكّل هذا التفاعل بين النباتات والشمس، مصدر الطاقة الأساسي لجميع أشكال الحياة تقريباً على الأرض.

ومع أنّ الغلاف الجوّيّ يسمح لأشعّة الشمس بالوصول إلى سطح الأرض، فإنّه يصدّ بعض أجزاء من الإشعاع الشمسي، ولا سيّما الأشعّة السينيّة (أشعّة إكس) والأشعّة فوق البنفسجيّة. إنّ هذا الإشعاع مضرّ جدّاً بالكائنات الحيّة؛ ولولا ترشيح الجوّ له، لما استطاع على الأرجح أيّ شكل من أشكال الحياة أن يظهر على الأرض. وهكذا، فإنّ الشروط الضروريّة لأشكال الحياة هذه - الماء والجوّ المناسبان وكميّة أشعّة الشمس ونوعها - متوفّرة على سطح الأرض. والأرض هي الكوكب الوحيد في النظام الشمسي الذي يتمتّع بجميع هذه الشروط «الملائمة».

كوكب الأرض

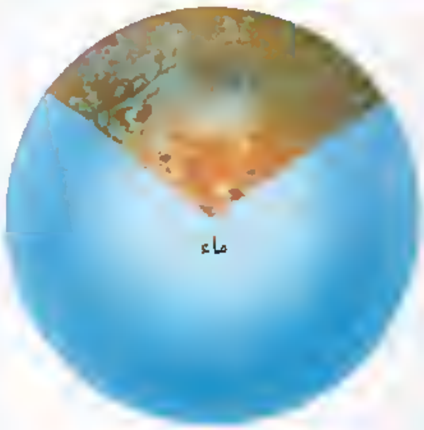
خلال بضع مئات السنين الفائتة، أقرّ الجميع تقريباً أنّ الأرض مستديرة. ويعتقد معظم الناس أنّ الأرض كرويّة الشكل وشبيهة، إلى حدّ ما، بكرة صلبة. والحقيقة هي أنّ الأرض ليست كرويّة تماماً، وتُظهر بعض الانتفاخ حول خطّ الإستواء. ويبلغ قطر الأرض حول خطّ الإستواء (وعند مستوى سطح البحر) ١٢٧٥٦٫٨ كيلومتراً.



نصف الكرة المحيطيّ



نصف الكرة القاريّ



نسبة اليابسة إلى الماء

وتبلغ المسافة الفاصلة بين القطب الشماليّ والقطب الجنوبيّ (أيضاً على مستوى سطح البحر) ١٢٧١٣٫٨ كيلومتراً. مقارنةً بقطر الأرض، يبدو الفارق ضئيلاً - ٤٣ كيلومتراً فقط - لكنّه كبير، قياساً على تضاريس سطح الأرض. فعلى سبيل المثال، لا يرتفع أعلى جبل على سطح الأرض، وهو جبل إيفيرست، أكثر من ٩ كيلومترات تقريباً فوق سطح البحر. ويعرف شكل الأرض تشويهاً آخر ضئيلاً، فهو يبدو أكثر امتلاء في نصف الكرة الجنوبيّ ممّا هو في نصف الكرة الشماليّ؛ ولا يبلغ هذا الفارق في أقصى حدّ له أكثر من ٣٠ متراً.

وقد حسب العلماء شكل الأرض في أوّل الأمر، استناداً إلى قياس المتاحين للقارّات، كيلومتراً تلو كيلومتر. أمّا اليوم، فتشكّل الأقمار الصناعيّة أداة قياس أكثر شموليّة ودقّة. ويقيس الرياضيّون بدقّة مدارات الأقمار الصناعيّة، ثمّ يحسبون قوّة الجاذبيّة التي تمارسها الأرض على هذه الأقمار. واستناداً إلى هذه الحسابات، يستطيع الرياضيّون استنتاج شكل الأرض. وقد اكتُشف الإنتفاخ الضئيل لنصف الكرة الجنوبيّ، إثر حسابات من هذا النوع.

كتلة الأرض وحجمها وكثافتها

تبلغ كتلة الأرض 6.595×10^{21} طن، أي ٦ سكستليون Sextillion و٥٩٥ كنتليون Quintillion طن. ويقيس العلماء كتلة الأرض بواسطة تجارب دقيقة جدّاً في المختبر. فيضعون أوزاناً ثقيلة ذات كتلة محدّدة بدقّة قرب بعضها البعض، في جهاز يقيس قوة التجاذب التثاقليّ بينها.

وفقاً لقانون الجاذبيّة الذي جاء به نيوتن، تكون قوّة الجاذبيّة متناسبة مع حاصل ضرب الكتلتين المتجاذبتين. ويمكن قياس قوّة الجاذبية التي تسلّطها الأرض على الكتلة الاختباريّة، بسهولة كبيرة، فهي ببساطة وزن الكتلة عينها. ويمكن قياس قوّة التجاذب بين كتلتين معروفتين في المختبر. ويكون بذلك العامل الوحيد المجهول هو كتلة الأرض، التي يمكن تحديدها بسهولة، مقارنةً بالعوامل الأخرى.

ويستطيع العلماء حساب حجم الأرض لأنّهم يعرفون شكل الكوكب. فيقسمون كتلة الأرض بالحجم، ويحصلون بذلك على معدّل كثافة المادّة التي تؤلّف الأرض، وهي ٥٫٥ غرامات في السنتيمتر المكعّب.

ويشمل هذا المعدّل جميع المادّة، من سطح الأرض إلى مركزها. لكنّ كثافة المادّة التي تؤلّف الأرض تختلف بين مكان وآخر. فمعظم المادة التي تشكّل القارّات، لا يبلغ كثافته سوى نصف هذا المعدّل تقريباً. ولا تزال كثافة المادّة في مركز الأرض غير مؤكّدة الى حدّ ما، لكنّ أفضل القرائن المتوفّرة تبيّن أنّها تساوي تقريباً ثلاثة أضعاف معدّل كثافة الأرض.

طبقات الأرض

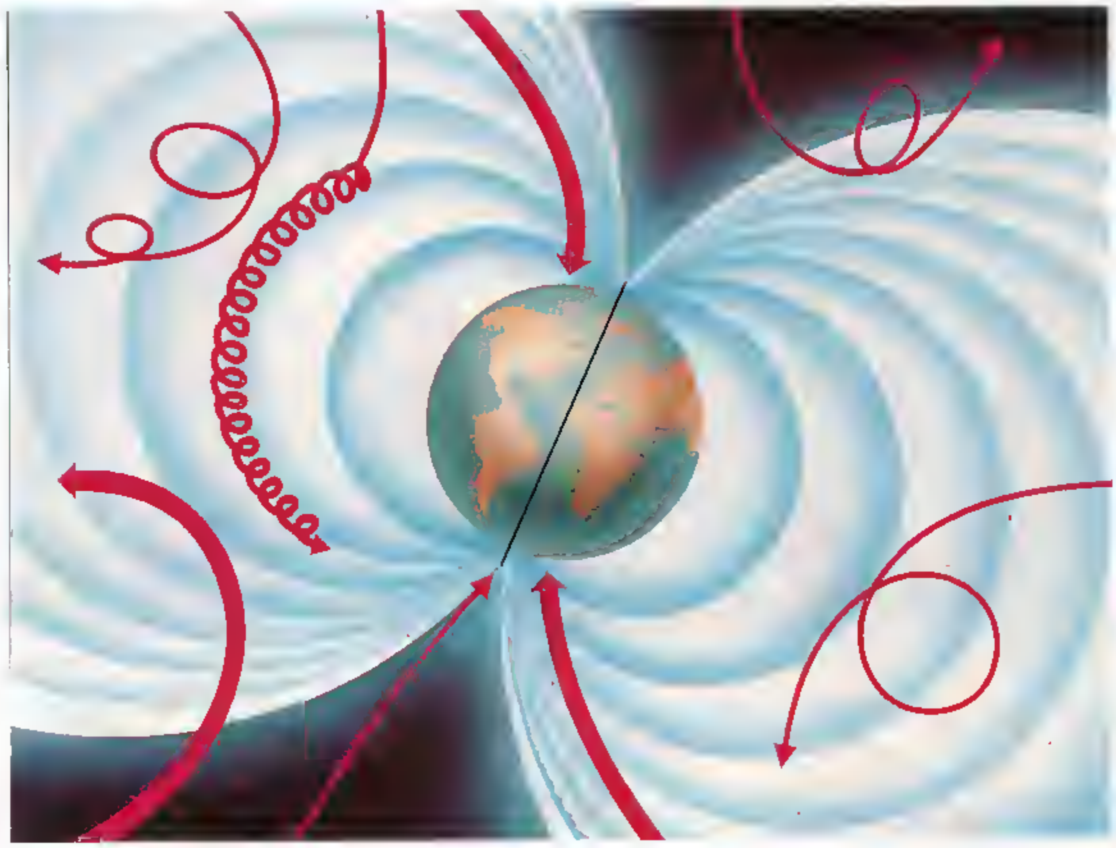
لا يختلف سطح الأرض ومركزها من حيث الكثافة فقط. وتبدو أنواع المواد في هذين الموضعين مختلفة أيضاً اختلافاً كبيراً. ويبدو في الواقع أنّ الأرض مؤلّفة من مجموعة من الطبقات.

وتشتمل بنية الأرض على ثلاث طبقات أساسية: الطبقة الخارجيّة التي تغطّي الأرض كجلدة رقيقة وتُدعى القشرة أو الأديم؛ والطبقة السميكة الواقعة تحتها وتُدعى الغلاف؛ والنواة التي تشغل المنطقة المركزيّة. وتنقسم كلّ طبقة إلى بنى أخرى أكثر تعقيداً.

تختلف سماكة قشرة الأرض بين مكان وآخر. فيبلغ معدّل سماكة القشرة تحت المحيطات ٥ كيلومترات، لكنّه يصل إلى ٣١ كيلومتراً تحت القارّات. ويشكّل هذا الإختلاف في السماكة تحت المحيطات وتحت القارات، إحدى خصائص القشرة الهامّة.

ويختلف هذان الجزءان من القشرة من نواحٍ أخرى أيضاً. فكلّ منهما مؤلّف من أنواع مختلفة من الصخور. وتكون الصخور القاريّة، مثل الجرانيت، أقلّ كثافة من الصخور في أحواض المحيطات، مثل البازلت. ويتميّز أيضاً كلّ جزء ببنية مختلفة. وتمتدّ أيضاً الصخور البازلتيّة التي تغطّي القسم الأكبر من قاع المحيطات تحت القارّات، فيبدو وكأنّ الصخور الخفيفة التي تشكّل الكتل القاريّة تطفو فوق الصخور الثقيلة الموجودة تحتها.

وتشير النظريّات الحديثة في بنية الأرض إلى أنّ هذا هو بالتحديد ما يحدث فعلاً. ولكن، من أجل



خطوط قوّة الحقل المغنطيسي

فهم نظرية الصخور الطافية، يجب تشكيل فكرة عن الطبقة الواقعة تحت القشرة، أو الغلاف.

لم يتمكّن الإنسان حتى اليوم من رؤية الغلاف. فقد حفر الناس حفراً عميقة، مثل آبار النفط، في قشرة الأرض، وذلك على القارّات أو في قاع المحيطات على حدّ سواء؛ ولكن لم تُحفر أيّة حفرة عبر القشرة وصولاً إلى الغلاف. وقد جاءت جميع المعلومات المتوفّرة حول الغلاف من قياس الموجات الزلزالية، وهي الاهتزازات الناتجة عن الزلازل. ويستنتج العلماء من هذه القياسات، الكثير من خاصيّات الغلاف.

تبلغ سماكة الغلاف حوالى ٢٩٠٠ كيلومتر، وهو ينقسم إلى ثلاث مناطق. إنّ مادّة الغلاف الصخريّة صلبة جدّاً، مقارنةً بالأشياء التي نصادفها في التجربة اليومية. ولكن، إذا تعرّضت هذه المادّة للضغط لمدّة طويلة من الزمن – ربما مليون سنة – فسوف تنخفض بعض الشيء. وبالتالي، إذا تغيّر توزيع الصخر في القشرة تدريجيّاً، كما يحدث عندما تترسّب المادّة المنحتة من الجبال على قاع المحيط، ينخسف الغلاف ببطء لتعويض التغيير في وزن المادّة الصخريّة فوقه؛ وهذا ما يُعرف بنظريّة توازن القشرة الأرضيّة.

تمتدّ نواة الأرض إلى الخارج انطلاقاً من مركز الكوكب، بشعاع يساوي ٣٤٨٠ كيلومتراً تقريباً. ويبقى الحصول على المعلومات حول داخل الأرض أمراً صعباً جدّاً، حتى أنّ الكثير من الأفكار حول بنيته يبقى غير أكيد. ويشير بعض الأدلّة إلى أنّ النواة تنقسم إلى منطقتين: النواة الداخلية الصّلبة التي يبلغ شعاعها حوالى ١٢٥٥ كيلومتراً، والنواة الخارجية شبه السائلة.

ويختلف العلماء حول هذا الوصف للنواة، لأنّه يستند إلى معطيات موجيّة زلزالية ناقصة. وتشير النظريّة إلى أنّ كثافة المادّة التي تؤلّف النواة الداخلية، تبلغ حوالى ١٦ إلى ٢٠ غراماً في السنتيمتر المكعّب، وأنّ كثافة المادّة التي تؤلّف النواة الخارجية تبلغ حوالى ١١ إلى ١٢ غراماً في السنتيمتر المكعّب.

مناطق الأرض السطحية

تناول الكثير من الدراسات العلمية قشرة الأرض الرقيقة التي يعيش فوقها الإنسان، وأصبح معظم معالمها السطحية معروفاً جيّداً. تشغل المحيطات ٧٠,٨٪ من مساحة سطح الأرض؛ فيبقى أقلّ من ثلث سطح الأرض للقارّات.

وليست كلّ مساحة القارّات من الأرض الجافّة، إذ تُغطّي البحيرات والأنهار والجليد بعض أجزائها. ولا تتجاوز الأرض الجافّة، في الواقع، ربع مساحة الأرض الإجمالية.

المحيطات المالحة

تتكوّن المحيطات من الماء المالح. والملح هو معدن شائع جدّاً على الأرض ويذوب بسهولة في الماء. تذوب كميّات قليلة من الملح الموجود على القارّات في مياه الجداول والأنهار، التي تحمله إلى البحر. وقد تراكم هذا الملح في المحيطات طوال مليارات السنين.

وعندما يتبخّر الماء من المحيطات ويصعد في الجوّ، يُترك الملح في البحر، ويبلغ معدّل كمية الملح المذاب في مياه البحر ٣,٥٪ من الوزن. ويمكن الحصول على النسبة المئوية نفسها تقريباً، إذا أذيبت ثلاثة أرباع ملعقة صغيرة من الملح في ٩٠٠ غرام من الماء.

تزويد الأرض بالماء

يؤمّن الماء الذي يتبخّر من سطح المحيطات ويرتفع في الجوّ، معظم كمية الأمطار التي تهطل على القارّات. وتحمل التيّارات الهوائية المتحرّكة بشكل مطّرد في جوّ الأرض، الهواء الرطب إلى داخل القارّات. وعندما يبرد الهواء، يتكثّف بخار الماء لتشكيل قطيرات ماء؛ ويمكن رؤيتها عادة على شكل غيوم. وغالباً ما تجتمع القطيرات معاً لتشكيل قطرات المطر. وإذا كان الجوّ بارداً بما فيه الكفاية، تتشكّل ندائف ثلج بدلاً من قطرات المطر. في أيّ حال من الأحوال، يسقط الماء الذي قطع مئات أو حتى آلاف الكيلومترات انطلاقاً من المحيط، فوق سطح الأرض. وفوق القارّات، يتجمّع الماء، باستثناء الكميّة التي تتبخّر على الفور، ويشكّل مجاريَ مائيّة أو يتسرّب في الأرض، ويبدأ رحلته عائداً إلى البحر.

يتحرّك قسم كبير من مياه الأرض تحت سطح الأرض، وتزوّد هذه المياه الأشجار والنباتات الأخرى، بالرطوبة التي تحتاج إليها لتعيش. ويجري معظم المياه الجوفيّة، مثل المياه السطحيّة، باتّجاه البحر، لكنّها تتحرّك ببطء أكثر.

توازن الرطوبة ودرجة الحرارة

تُعرف حركة الماء الدوريّة، من المحيطات إلى الجوّ ثمّ إلى الأرض وعودة إلى المحيطات، بالدورة الهيدرولوجية أو دورة المياه. تلعب المحيطات دوراً هامّاً في إحلال التوازن في هذه الدورة. فهي تتفاعل مع الجوّ لإبقاء نسبة ثابتة تقريباً من بخار الماء في الجوّ. ومن غير تأثير المحيطات الذي يضمن التوازن، قد تصبح قارّات بكاملها جافّة تماماً في بعض الفترات، ومغمورة بالفيضانات في فترات أخرى.

وتلعب المحيطات أيضاً دور الخزّان الحراريّ. فعندما يكون الجوّ فوق المحيطات بارداً، تقوم الحرارة الآتية من المحيط بتدفئته. وعندما يكون الجوّ أكثر دفئاً من المحيط، يقوم المحيط بتخفيض درجة حرارته. ومن غير هذا التأثير الذي يُحِلّ التوازن، يصبح الفارق في درجات الحرارة بين الشتاء والصيف، وحتّى بين النهار والليل، أكبر بكثير.

المعالم السطحيّة على قاع البحر

نجد جبالاً ووديان وسهولاً على قاع المحيطات، شبيهة بما نجده على سطح القارّات. وتحدث تغييرات في تضاريس قاع المحيط كما يحدث في تضاريس القارّات.

على القارّات، يعمل عدد كبير من قوى الحتّ (وبشكل خاصّ قوّة الماء) بشكل دائم. وتحتّ هذه العوامل الجبال، وتحمل التراب إلى الوديان والسهول المنخفضة. وتحمل الأنهار بعض هذا التراب إلى المحيط. وتساهم عوامل أخرى أيضاً، مثل الرياح وتغيير درجات الحرارة، في حتّ الجبال العالية.

في المحيطات، يحدث عدد قليل من العواصف المطريّة وتغييرٌ ضئيل جدّاً في درجات الحرارة. ولكن، هناك قوى تعمل إلى حدّ ما مثل الرياح؛ وهي التيّارات المحيطيّة العميقة المعروفة بتيّارات عَكِرة، التي تحمل الوحل والطمي من السفوح العالية على قاع المحيط إلى الأعماق السحيقة. وتُسبّب هذه التيّارات أيضاً انحتات التضاريس السطحيّة على قاع المحيط.

يشتمل معظم القارّات على سطوح واسعة مسطّحة تغطّي مئات الآلاف من الكيلومترات المربّعة. ومن هذه السهول، نذكر مراعي (براري) أميركا الشمالية وسهوب روسيا وحوض الأمازون في أميركا الجنوبيّة. وتشهد أيضاً المحيطات العميقة سهولاً واسعة تُعرف بالسهول الأعماقيّة أو سهول الأعماق. ويمتدّ السهل الأعماقي في شمال المحيط الأطلسيّ على ٦٠٠٠ متر تحت سطح المحيط. والقسم الأكبر من هذا السهل مستوٍ تماماً تقريباً، لكنّ بعض الجبال التحبحريّة ترتفع هنا وهناك.

وكما نجد سلاسل جبال على القارّات، فهي تمتدّ أيضاً على قاع المحيط. وتقع عموماً هذه السلاسل، التي تبدو منظّمة وفق أنماط محدّدة، قرب مركز حوض المحيط. ولهذا السبب، يطلق العلماء عليها اسم سلاسل جبال وسط المحيط.

وترتفع سلاسل جبال وسط المحيط عالياً جدّاً فوق قاع المحيط. فعلى سبيل المثال، يقع قاع المحيط على جانبَي سلسلة جبال وسط الأطلسيّ على ٥٠٠٠ متر تقريباً تحت سطح البحر. وترتفع جبال السلسلة ٣٠٠٠ إلى ٤٠٠٠ متر فوق قاع المحيط. ويكون بعض القمم عالياً جدّاً بحيث يظهر فوق سطح المحيط. فجزر الأسور وجزيرة أسنسيون هي قمم في سلسلة جبال وسط الأطلسيّ.

الجبال القارّية

على غرار سلاسل جبال وسط المحيط، ترتفع سلاسل الجبال على القارّات إلى علوّ شاهق فوق السهول التي تحيط بها. ويرتفع الكثير من قمم جبال الأند في أميركا الجنوبية أكثر من ٦٠٠٠ متر فوق مستوى وادي نهر الأمازون. وتنتصب جبال روكي (الجبال الصخريّة) في أميركا الشمالية بارتفاع ٤٠٠٠ متر تقريباً فوق مراعي السهول الكبرى.

وتضمّ الهيمالايا، وهي سلسلة تمتدّ على طول الحدود الشماليّة للهند، أعلى جبل في العالم: جبل إيفيرست، الذي يصل ارتفاعه إلى ٨٨٤٨ متراً. وتشتمل الهيمالايا على عدد كبير من الجبال الشاهقة التي ترتفع إلى أكثر من ٧٠٠٠ متر فوق سهل نهر الجانج.

يعتبر كثيرون أنّ الجبال هي أكثر التضاريس السطحيّة مشهديّة. وتتّصل الجبال عادة بعضها ببعض، لتشكيل سلاسل طويلة تمتدّ على مئات أو آلاف الكيلومترات فوق سطح الأرض. ومن سلاسل الجبال الهامّة، نذكر الألب في أوروبا والهيمالايا في آسيا وجبال روكي (الجبال الصخريّة) في أميركا الشماليّة.

يحدّد الجيولوجيّون أيضاً تجمّعات أكبر من الجبال تشتمل على عدد من سلاسل الجبال. ويُعرف مثل هذا التجمّع بالنظام الجبلي. وغالباً ما تكون الأنظمة الجبلية عند حافّات القارّات، ولا سيّما في أميركا الشماليّة والجنوبيّة. ويعتقد العلماء أنّه، نظراً إلى أنّ سلاسل الجبال تشكّل أنظمة وإلى أنّها تمتدّ في مواقع

خاصّة على القارّات، فلا بدّ وأنّها مرتبطة ببنية الأرض العميقة. ولا أحد يعرف تماماً نوع العلاقة التي تربط بين الأنظمة الجبلية وباطن الأرض. لكن، يُعتقد أنّ هذه العلاقة مرتبطة بالطريقة التي تتكوّن بها الجبال من كتل صخرية تدفعها إلى الأعلى قوى في الجزء السفليّ من القشرة أو في الغلاف. وبما أنّ الأنظمة الجبلية تترتّب وفق نمط منتظم نسبيّاً، يعتقد العلماء أنّ ذلك يشير إلى أن القوى في باطن الأرض تتبع أيضاً نمطاً محدّداً.

ولا يزال بعض الأنظمة الجبلية، مثل تلك الممتدّة على طول الساحل الغربي لأميركا الشمالية، يرتفع بشكل مطّرد. ومن جهة أخرى، تتعرّض أنظمة جبلية أخرى، مثل مجموعة جبال أبلاش في شرق الولايات المتحدة، إلى الحتّ والتآكل.

وبرغم أن لا أحد يملك معلومات حاسمة حول القوى التي تكوّن الجبال، فمن الواضح أنّ للزلازل والنشاط البركاني علاقة وثيقة بتكوين الجبال. ويعرف العلماء أن الزلازل والثورانات البركانية تحدث عموماً ضمن أنظمة الجبال الحديثة التكوين. ولكن لا أحد يعلم تماماً نوع القوى الموجودة في عمق باطن الأرض التي تسبّب حدوثها.

تتكوّن الجبال بثلاث طرق رئيسية. ويسمح بعض سمات كلٍّ من هذه الطرق بتتبّع أثر الحركات التي أدّت إلى تكوين الجبال على سطح الأرض. ويتكوّن معظم الأنظمة الجبلية طوال سنين عدّة، بفضل هذه الطرق الثلاث مجتمعة.

في أحد أشكال تكوين الجبال، يُدفع الصخر المصهور بعنف إلى الأعلى أو يتسلّل إلى الخارج من تحت سطح الأرض. وتتكدّس تراكمات هذا الصخر المتصلّب لتكوين الجبال. ويتكوّن معظم الجبال النحبرية بهذه الطريقة.

في شكل آخر من تكوين الجبال، ينشقّ جزء من قشرة الأرض ويميل إلى الأعلى على أحد جانبيه. وتكون الجهة التي يحدث فيها الشقّ، شديدة التحدّر ووعرة. أمّا الجهة المقابلة فتنحدر بلطف إلى مستوى باقي القشرة. ويبدو أن جبال سييرا نيفادا في كاليفورنيا في الولايات المتحدة قد تشكّلت بهذه الطريقة.

ويحدث الشكل الثالث من تكوين الجبال، عندما تبدأ صفيحتان من قشرة الأرض بالاقتراب الواحدة من الأخرى. ويتعرّض الجزء من القشرة الواقع بين الصفيحتين إلى الانضغاط والثني. وتشبه هذه الظاهرة ما يحدث عندما تضع يديك على طرفي غطاء المائدة، ثم تدفعهما الواحد باتجاه الآخر. فالجزء من الغطاء الواقع بين يديك يتثنّى وينتفض. وتشكّل جبال أبلاش في الولايات المتحدة مثالاً جيداً على هذا النوع من التكوين.

الوديان والسهول

تفصل الوديان بين سلاسل الجبال. وفي بعض الحالات، يبدو تشكّل الوادي مرتبطاً مباشرة بتشكّل الجبال التي تحدّه على الجانبين. ويظهر هذا التأثير بشكل بارز في وادي الموت Death Valley في الجنوب الغربي من الولايات المتحدة.

وتحدّ وادي الموت من الشرق والغرب سلسلتان جبليّتان صغيرتان حديثتا التكوين، لا تزالان ترتفعان باستمرار؛ ومع ازدياد ارتفاع هاتين السلسلتين، تبتعدان الواحدة عن الأخرى. وينخفض الامتداد الصخريّ الواسع الواقع بينهما بشكل مطّرد في الشقّ الناتج عن تباعد السلسلتين. ونتيجة لذلك، ينخفض وادي الموت – الذي هو اليوم أوطأ نقطة في الولايات المتحدة – أكثر فأكثر قرناً بعد قرن.

ويُعتبر وادي الموت حالة خاصّة جدّاً جاءت نتيجة حركة غير اعتيادية في الجبال المحيطة. وتشكّل القعيرة (طيّة مقعّرة) نوعاً شائعاً أكثر من الوديان. ويظهر هذا النوع من الوديان بشكل خاصّ؛ حيثما تكوّنت الجبال بالانضغاط والطيّ. ومثلما يحدث في غطاء المائدة المنغضن، يكون بعض الطيّات إلى الأعلى، وبعضها الآخر إلى الأسفل. تُعرف الطيّات إلى الأعلى بالطيّات المحدّبة وتشكّل قمم سلاسل الجبال، بينما تشكّل القعائر الوديان بين السلاسل.

يكون سطح الأرض بين الأنظمة الجبلية الكبيرة مستوياً نسبيّاً. وتُعرف هذه المناطق الواسعة بالسهول. وتشكّل منطقة السهول الكبرى في وسط أميركا الشمالية مثالاً على هذه التكوينات. منذ مئات ملايين السنين، كانت سلاسل الجبال تغطّي الكثير من مناطق السهول. لكنّ عملية تكوين الجبال توقّفت منذ زمن بعيد. وحتّت عوامل التعرية تدريجياً قمم الجبال وحملت التراب إلى الوديان، حتى أصبحت أخيراً المنطقة بكاملها شبه مستوية.

في بعض المناطق، نجد أدلّة على أنّ السهول كانت في الماضي تحت سطح البحر. وقد وُجدت أحافير لمخلوقات بحرية في صخور تقع الآن على ارتفاع كبير فوق سطح البحر.

الأنهار والجداول

تجري شبكات أنهار كبيرة في معظم السهول. وتختلف هذه الأنهار اختلافاً كبيراً عن الأنهار في سلاسل الجبال. تنحدر الجداول والأنهار الجبلية بسرعة أكبر على السفوح. وهي تندفق بسرعة واختلاط بشكل شبه عموديّ، مبعدةً الحصى والصخور عن سبيلها، ومشكّلةً أحياناً شلّالات تسقط من فوق الأجرف. وتحمل هذه المجاري كمية كبيرة من الماء.

وتبدو المياه الجارية السريعة صافية وفوّارة. لكنّ كلّ جدول ونهر، سواء جريا في الجبال أو في السهول، يحملان معهما رمابات يأخذانها من الأماكن العالية. وتبدو المجاري الجبلية صافية لأنّها تحتوي على كمية كبيرة جدّاً من الماء، مقارنةً مع كمية المواد الرسوبية التي تحملها.

وغالباً ما تبدو جداول وأنهار السهول بنيّة اللون وموحلة. وهي تحمل تركيزاً أكبر من الترسّبات، وتجري ببطء أكبر من جداول وأنهار الجبال، إضافة إلى أنها تتعرّج في جريانها مشكّلةً حلقات كبيرة.

يتطلّب حدوث تعرّج في مجرى النهر وقتاً طويلاً جدّاً. تصوّر نهراً يجري ببطء في مرعى واسع، ويجري جزء منه في خطّ مستقيم. يحتّ الماء مجرى النهر ببطء ولكن باطّراد، ويكشف في مآل الأمر تكويناً صخريّاً أو مجموعةً من الجلاميد (صخور ضخمة أكسبتها المياه شكلاً مدوّراً). ونظراً إلى أنّ النهر لا يتمتع بقوّة كافية لحتّ الصخور أو دفع الجلاميد جانباً، يُضطرّ إلى الالتفاف حولها. وبهذه الطريقة، يتكوّن تدريجياً منعطف صغير.

يتحرّك الماء عند الحرف الخارجيّ للمنعطف بسرعة أكبر من الماء الذي يجري عند الحرف الداخليّ، كما يتحرّك إطار العجلة بسرعة أكبر من الجزء الأقرب إلى المحور. يحتّ الماء السريع الجريان التراب بسرعة أكبر، ويميل إلى جعل المنعطف أكثر انحناء. ومع ازدياد انحناء المنعطف، يقوى تأثير المياه. وتتوصّل المياه في النهاية إلى حفر قوس واسعة حول العائق.

يتقدّم التأثير في اتجاه مجرى النهر؛ وعندما يخرج الماء من المنعطف، يحمله زخمه إلى الضفّة المقابلة. ثم تتحتّ هذه الضفّة تدريجياً، وتبدأ المياه بحفر منحنى في تلك الجهة، بالتحديد، من مجرى النهر الأصليّ. ويستمرّ هذا التأثير في اتجاه مجرى النهر: تُحفر إحدى الجهتين أوّلاً ثمّ الجهة الثانية. وبمرور ملايين السنين، يتشكّل مجرى نهر متعرّج.

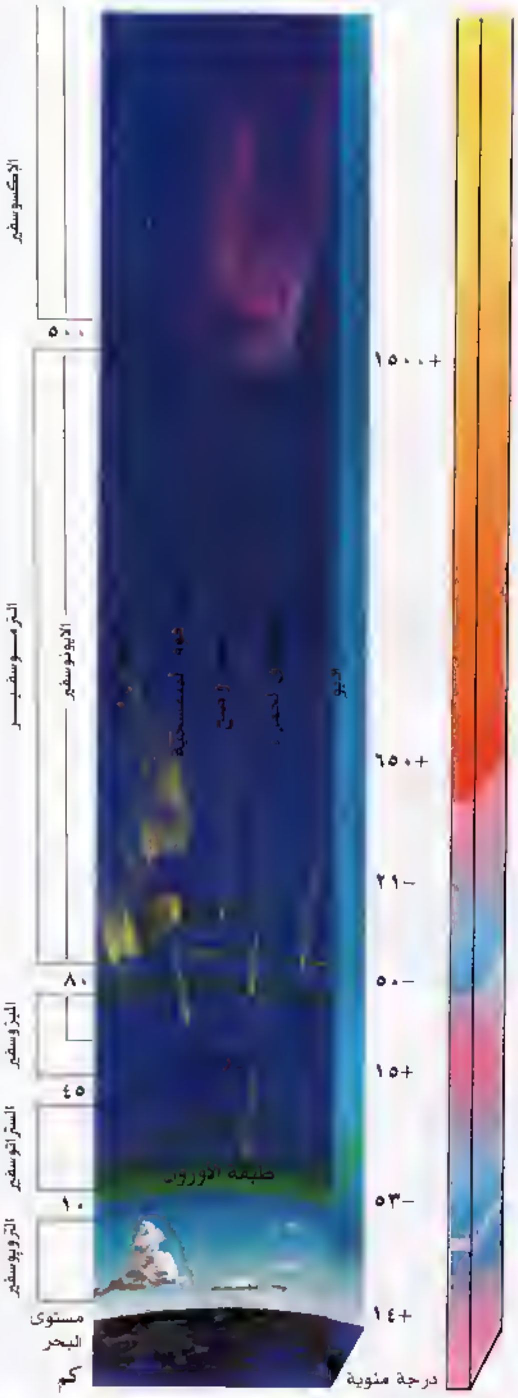
وتكون العُرى أحياناً شديدة الإنحناء بحيث تشكّل ضفّة النهر حلقةً شبه تامّة. ويمكن أن تنحتّ شقّة الأرض الضيّقة المتبقّية بين بداية العروة ونهايتها، وتزول تماماً. وهكذا يمرّ مجرى النهر الرئيسيّ في الطريق الجديدة المختصرة، ولا تجري في العروة الطويلة أيّ كمية تذكر من المياه.

ومع تدفّق النهر في مجراه الرئيسيّ، تتراكم الترسّبات، وتشكّل حاجزاً بين المجرى الرئيسيّ وطرفي العروة المفتوحين. وفي نهاية الأمر، تنفصل العروة تماماً عن النهر، ولا تبقى سوى الوصلة المنحنية التي تُعرف ببحيرة ميناء النير.

تحتّ الأنهار باستمرار المناطق التي تخترقها، فتجعل تدريجياً الوديان أكثر عمقاً. وفي بعض الحالات، تنتج عن عملية الحتّ معالم ملفتة. فقد حفر، مثلاً، نهر كولورادو في غرب الولايات المتحدة ممرّات جبلية هائلة في النجد المرتفع الذي يخترقه. ويُعتبر أحد هذه الممرّات، جراند كانيون Grand Canyon في كولورادو، أحد أكثر المناظر مشهديّة في العالم.

توفير الطعام والماء

يأتي كلّ طعام الإنسان تقريباً من اليابسة، والقليل جداً منه يأتي من البحر. ويُنتج كلّ الطعام تقريباً في مزارع على القارّات. لكنّ الإنسان لا يستطيع استعمال سوى جزء بسيط من اليابسة للزراعة. فحوالى ٧٪ فقط من اليابسة يُعتبر صالحاً للزراعة، بينما تحتلّ المستنقعات والأدغال قرب خطّ الإستواء، وملايين الكيلومترات المربّعة من الصحاري،



الغلاف الجويّ

وسلاسل الجبال الوعرة، والتندرة المتجلّدة (خصوصاً في أقصى الشمال)، المساحةَ المتبقية من اليابسة.

يبحث الإنسان باستمرار عن وسائل لإنتاج المزيد من الطعام، لتلبية حاجات سكّان الأرض المتزايدين باطّراد. وقد أشار كثيرون إلى أنّ المحيطات يمكن أن توفّر المزيد من الطعام، فهي تغطّي أكثر من ٧٠٪ من سطح الأرض، وتمتصّ حوالى ٧٠٪ من أشعّة الشمس. وبما أنّ أشعّة الشمس هي مُتطلّب أساسيّ للزراعة، يبدو من المنطقيّ أن تتمكّن المحيطات من توفير كمية كبيرة من الطعام. ولكن ما يبدو معقولاً ليس دائماً كذلك.

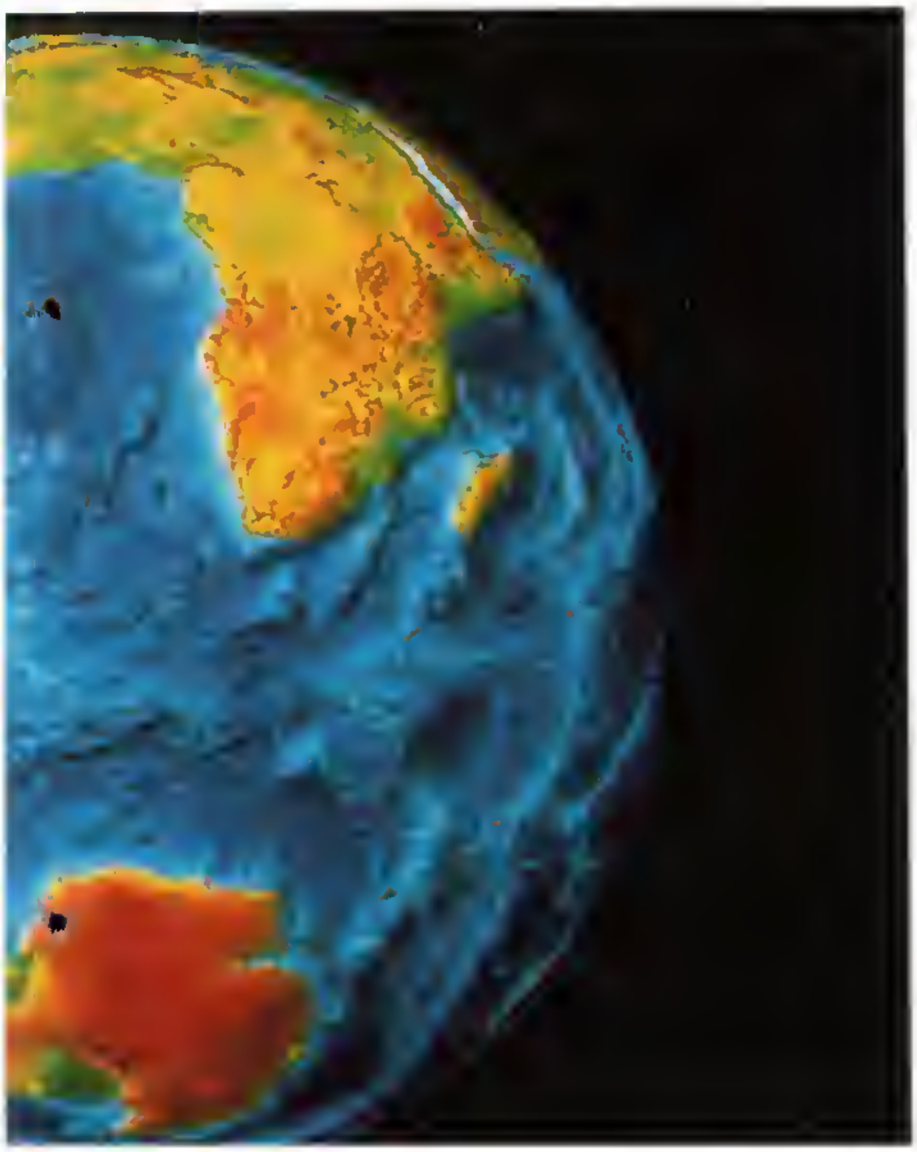
فإنّ جميع النباتات تقريباً التي تعيش في المحيطات وتمتصّ ضوء الشمس أثناء نموّها، هي من الطحالب. والطحالب لا تشكّل طعاماً لذيذاً للإنسان، لكنها جزء هامّ من الهرم الغذائيّ في المحيطات. وتشكّل الطحالب طعام المخلوقات البحرية الصغيرة، التي تشكّل بدورها طعام الكائنات الأكبر حجماً.

إنّ معظم مساحة اليابسة هو غير صالح للزراعة بسبب نقص الماء. وقد استُصلحت ملايين الكيلومترات المربّعة من الأراضي، وحُوّلت إلى أراضٍ زراعية عن طريق بناء السدود على الأنهار، للحصول على المياه اللازمة للريّ. وقد قدّر بعض العلماء أنّ استعمال جميع أنهار العالم بشكل فعّال قد يزيد مساحة الأرض الصالحة للزراعة بنسبة ١٠٪ تقريباً.

وتشكّل تحلية مياه البحر وسيلة أخرى لزيادة كمية المياه المتوفّرة لاستهلاك الإنسان. وقد عرف الإنسان كيفية تحلية مياه البحر منذ أكثر



الكرة الأرضيّة بالألوان الرقميّة، صورة من الفضاء



من ٢٠٠٠ سنة. لكنّ العملية بطيئة إلى حدّ بعيد ومكلفة، حتّى مع التجهيزات الحديثة. تنتج محطّة التقطير التي توفّر الماء للقاعدة البحريّة الأميركيّة في جوانتانامو في كوبا، أكثر من مليوني غالون من الماء يومياً، ولكن بكلفة تصل إلى ١,٢٥ دولار لكلّ ألف غالون؛ أمّا في مدينة نيويورك، مثلاً، حيث الماء العذب متوفّر، فلا تتجاوز الكلفة ٢٠ سنتاً تقريباً لكلّ ألف غالون.

بحث العلماء في إمكانيّة استعمال محطّات تقطير تعمل بالطاقة النوويّة. ووجدوا أنّ محطّة واحدة يمكن أن تنتج ١٥٠ مليون غالون من الماء يومياً بكلفة ٣٥ إلى ٤٠ سنتاً لكلّ ألف غالون. ويمكنها أن تولّد أيضاً ما يقارب مليوني كيلوواط من الكهرباء.

الغلاف الجوّي

تتألّف بنية الأرض من القشرة والغلاف والنواة. وهناك تحديد آخر لمناطق الأرض، خصوصاً للمناطق القريبة من السطح، يسهّل فهم التفاعلات الهامّة التي تحدث فيها. وفي هذا التحديد، تُعرف المناطق بالغلاف اليابس، والمحيط المائيّ (غلاف الأرض المائيّ)، والغلاف الجوّي (الجوّ). وقد تناولت الفقرات السابقة القشرة الأرضيّة والمحيط المائيّ.

يشمل الغلاف اليابس Lithosphere جميع المواد الجامدة التي تؤلّف الأرض. ويتألّف الغلاف اليابس من كافّة الحجارة والأتربة والصخور وكامل باطن الأرض.

ويشمل المحيط المائيّ Hydrosphere كافّة المياه على سطح الأرض. ويتألّف من جميع المياه السائلة على قشرة الأرض – المحيطات والمجاري المائيّة والبحيرات والمياه الجوفيّة – إضافة إلى المياه المجلّدة في المجلّدات (أنهار الجليد) وعلى الجبال وفي صفحات الجليد في القطبين الشماليّ والجنوبيّ.

ويشمل الغلاف الجوّي جميع الغازات فوق سطح الأرض إلى بداية الفضاء بين الكواكب. ويمتدّ الجوّ إلى بضع مئات الكيلومترات فوق سطح الأرض، لكنّ حدوده غير واضحة تماماً. ففي الإرتفاعات الكبيرة، يصبح الجوّ أقلّ فأقلّ كثافة، حتى يصبح من غير الممكن التمييز بين الحدّ الذي ينتهي عنده غاز الأرض، والحدّ الذي يبدأ عنده الغاز بين الكواكب.

يحتوي الجوّ على بخار الماء وعدد من الغازات الأخرى. وقرب سطح الأرض يتألّف ٧٨٪ من الجوّ من غاز النتروجين (الآزوت). ويشكّل الأكسجين، الغاز الضروريّ لجميع الحيوانات بما فيها الإنسان، ٢١٪ من الجوّ. ويتكوّن الواحد بالمئة الباقي من عدّة غازات مختلفة مثل الأرجون وثاني أكسيد الكربون والهيليوم والنيون. ويلعب ثاني أكسيد الكربون دوراً حيويّاً بالنسبة للحياة النباتيّة، كما الأكسجين بالنسبة للحياة الحيوانيّة. لكنّ ثاني أكسيد الكربون لا يشكّل سوى ٠,٠٣٪ تقريباً من الجوّ.

يضغط الجوّ بثقله على سطح الأرض فيسلّط قوّة يصل معدّلها إلى حوالى ١,٠٣ كيلوغرام في السنتيمتر المربّع عند مستوى سطح البحر. ويتغيّر الضغط بشكل طفيف من مكان إلى آخر، وتنتج عن ذلك مناطق الضغط المرتفع ومناطق الضغط المنخفض المرتبطة بأنماط الطقس. ينخفض الضغط كلّما زاد الارتفاع، لأنّ الجوّ يصبح أقلّ كثافة، فيسلّط قوّة أقلّ. ولا يتجاوز الضغط الجوّيّ على ارتفاع ١١,٠٠٠ متر (وهو الارتفاع النموذجيّ الذي تطير عليه الطائرات التجاريّة النفّاثة) خُمس الضغط السائد عند مستوى سطح البحر.

وتنخفض أيضاً درجة حرارة الجوّ مع ازدياد الارتفاع. فعلى ارتفاع ١١,٠٠٠ متر، يصل معدّل درجات الحرارة الى ٥٦° مئوية تحت الصفر. وتبقى درجة الحرارة ثابتة على ٥٦° مئوية تحت الصفر حتى ارتفاع ٢٥,٠٠٠ متر. وفوق هذا الارتفاع، تعود درجة الحرارة إلى الارتفاع.

يقسّم العلماء الجوّ إلى عدّة مناطق. تُعرف المنطقة الأقرب إلى الأرض (من السطح حتى ارتفاع ١٠ كم) بالتروبوسفير. وتعلوها منطقة تُعرف بالستراتوسفير، تبقى فيها درجة الحرارة ثابتة. ويمتدّ فوق هذه المنطقة طبقة تُعرف بالميزوسفير، ثم طبقة تبدأ على ارتفاع ٨٠ كيلومتراً تقريباً من سطح الأرض وتُعرف بالأيونوسفير.

وفي هذه المنطقة العليا يكون الكثير من جزيئات جوّ الأرض وذرّاته قد أصبحت مؤيّنة، أي إنّها تحمل إمّا شحنة كهربائيّة إيجابيّة أو شحنة كهربائيّة سلبيّة.

ويختلف تركيب طبقات الجوّ العليا عن تركيب الطبقة القريبة من سطح الأرض. ففي الستراتوسفير والميزوسفير، تحدث تفاعلات كيميائيّة بين الجزيئات المختلفة. ويتشكّل الأوزون، وهو جزيء يحتوي على ثلاث ذرّات من الأكسجين (ويحتوي جزيء الأكسجين الذي تتنفسه الحيوانات على ذرّتين فقط). وتشمل جزيئات أخرى ترافقات مختلفة من ذرّات النتروجين والأكسجين. ويتألّف الجوّ في الطبقات المرتفعة أكثر من النتروجين بشكل شبه كامل، وفي الطبقات الأعلى منها أيضاً من الأكسجين بشكل شبه كامل. وفي أطراف الغلاف الجوّيّ، يطغى غازا الهيليوم والهيدروجين الخفيفان.

حقل الأرض المغنطيسيّ

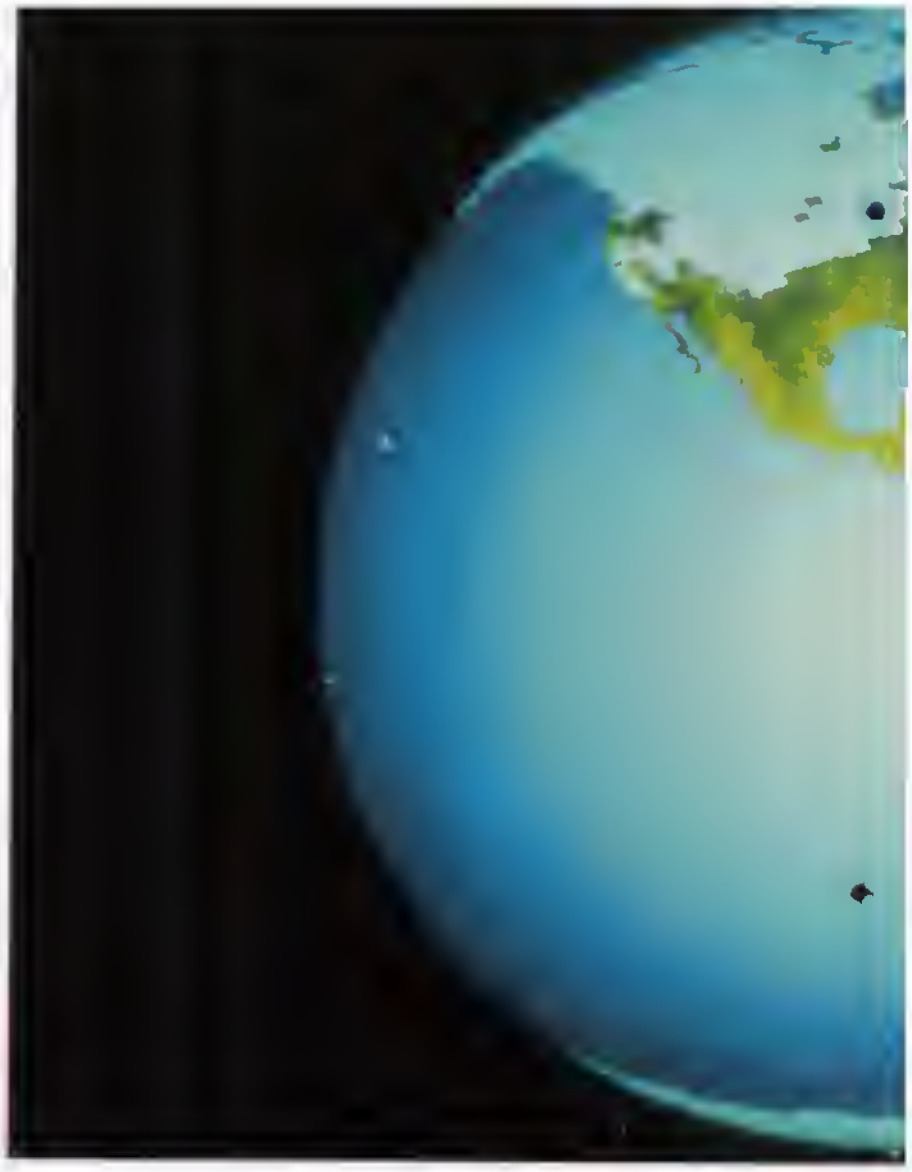
يقول العلماء إنّ هناك حدّاً آخر غير الغلاف الجوّيّ يفصل محيط الأرض عن محيط الفضاء. ويُعرف هذا الحدّ بالمغنطوبوز. وهو الحدّ الفاصل بين المنطقة من الفضاء التي يسيطر عليها حقل الأرض المغنطيسيّ، والتي تُعرف بالمغنطوسفير، والفضاء بين الكواكب حيث تطغى الشمس على الحقول المغنطيسيّة.

تتميّز الأرض بحقل مغنطيسيّ قويّ، وهي أشبه ما تكون بقضيب مغنطيسيّ هائل. وتعمل البوصلة المغنطيسيّة المستعملة لتحديد الاتجاه على سطح الأرض، بسبب وجود هذا الحقل المغنطيسيّ. ويمتدّ هذا الحقل المغنطيسيّ إلى مسافة بعيدة جداً في الفضاء.

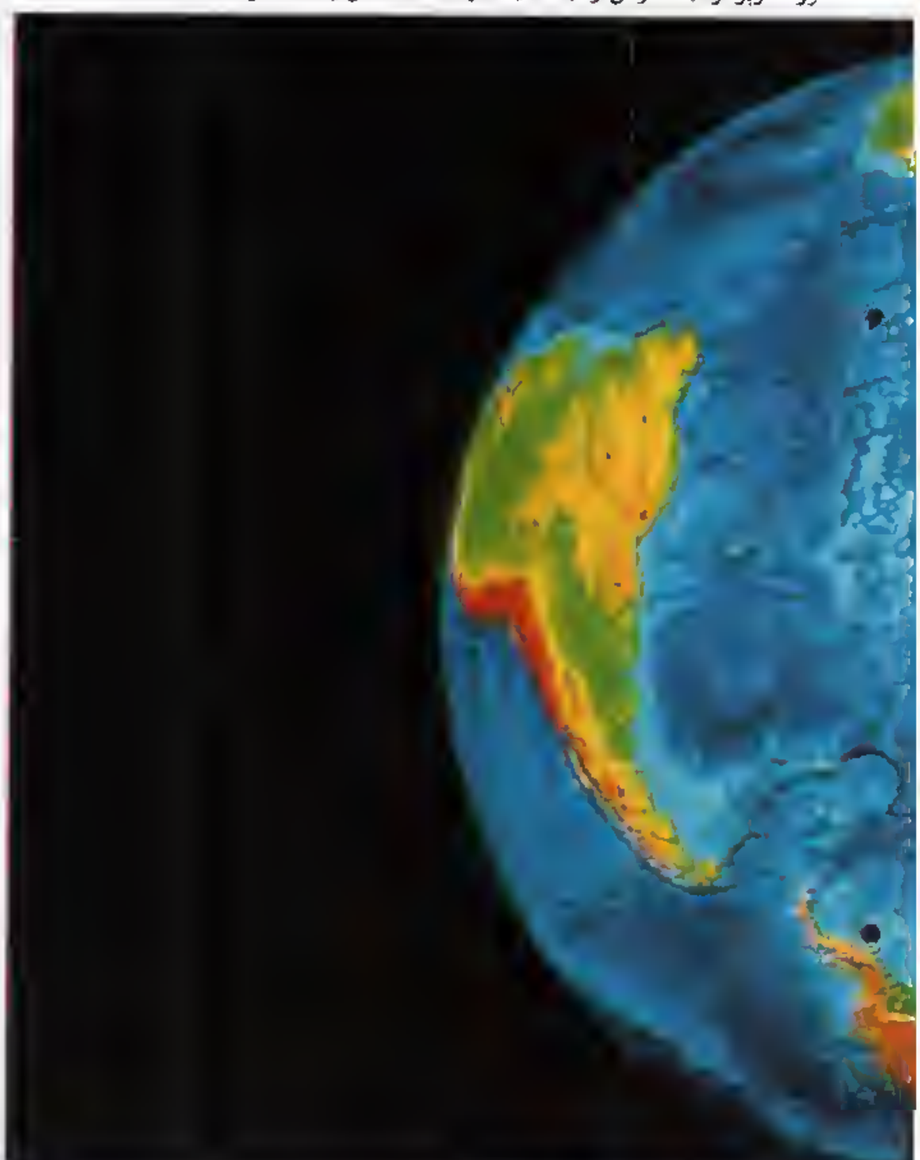
يسلّط حقل الأرض المغنطيسيّ قوّة على أي جُسَيْم مشحون كهربائيّاً يمرّ عبره. ويبدو أنّ هناك «ريحاً» مطّردة من الجُسَيمات المشحونة تنطلق من الشمس.

تنحرف الريح الشمسيّة قرب الأرض بسبب حقل الأرض المغنطيسيّ. وفي هذا التفاعل، يُضغط حقل الأرض المغنطيسيّ إلى الداخل في الجهة المقابلة للشمس، وينجذب على شكل ذيل طويل في الجهة البعيدة عن الشمس.

في الغلاف المغنطيسيّ، يدور حشد من الجُسَيمات المشحونة في أحزمة عريضة هائلة حول الأرض. وتكون حركة هذه الجسيمات منتظمة لأنّها خاضعة لسيطرة الحقل المغنطيسيّ الثابت نسبياً. وقد شكّل اكتشاف هذه الأحزمة الإشعاعيّة بواسطة أوّل قمر



صورة طوبوغرافيّة للأرض والمياه المحيطة بها، أُخذت من إحدى المركبات الفضائيّة



صناعيّ أميركيّ، «اكسبلورر ١»، أحد المنجزات الأولى لعصر الفضاء.

وترتحل الجسيمات المشحونة داخل الأحزمة الإشعاعيّة وفق نمط لولبيّ معقّد. وتتحرّك جيئة وذهاباً من الشمال إلى الجنوب، بينما تدور المجموعة كلها ببطء حول الأرض.

وعندما يكون حقل الشمس المغنطيسيّ قويّاً جدّاً، ينضغط الغلاف المغنطيسيّ. وتُدفع أحزمة الجُسيمات العالقة بحيث تقترب من الأرض. ولا يزال العلماء غير متأكّدين من سبب تشكّل الشفق القطبيّ الشماليّ والشفق القطبيّ الجنوبيّ. ويقول أحد التفسيرات المقدّمة إنّه عندما تُدفع الجسيمات العالقة إلى الأسفل فتدخل في جوّ الأرض، تصطدم بالجسيمات الموجودة في الجوّ، ويجري تبادل كميّة كبيرة من الطاقة. تتحوّل هذه الطاقة إلى ضوء يشكّل الشفق القطبيّ المشهديّ.

الصخور والمعادن

كثيراً ما يُشار الى الأرض بعبارة الكرة الصخرية. وتتكوّن الصخور فوق سطح الأرض وتحته، في ظلّ مجموعة كبيرة من الشروط الفيزيائيّة والكيميائيّة.

تتألّف جميع الصخور من المعادن. وتكون المعادن في بعض الصخور عناصر كيميائيّة بسيطة مثل الذهب والنحاس. لكنّ المعادن الموجودة في معظم الصخور هي مركّبات من عدّة عناصر، لها تركيب كيميائيّ محدّد وبنية محدّدة. ويشكّل معظم المعادن أجساماً بلّوريّة. ويتّصف كلّ بلّور بشكل وبنية مميّزين يحدّدهما نوع ذرّاته وترتيبها.

الصخور البركانيّة: هي الصخور الأوّليّة في قشرة الأرض. ويتكوّن معظم الأنواع الأخرى من الصخور الموجودة على الأرض انطلاقاً من الصخور البركانيّة. والصخر البركانيّ هو صخر متشكّل من تصلّب المادّة الصخريّة المصهورة. وتُعرف المادّة الصخريّة المصهورة الموجودة تحت سطح الأرض بالصُهارة؛ في حين أنّ الصهارة التي تُدفع إلى السطح خلال نشاط بركانيّ تُعرف بالحمم أو اللابة.

يمكن أن تبرد الصهارة تحت سطح الأرض ببطء. وعندما يحدث هذا، تزد د المعادن ببطء ويمكن أن تصل إلى حجم كبير نسبيّاً. وتؤدّي عمليّة الابتراد البطيئة إلى تكوين صخور خشنة الحبيبات مثل الجرانيت أو الصخر الجوفيّ القاعديّ. ويتوقّف نوع الصخر الناتج عن هذه العمليّة على الموادّ الكيميائيّة الموجودة في الصهارة. ويمكن تمييز كلّ نوع، وفقاً لتركيبه المعدنيّ الخاصّ.

تبرد الصهارة القريبة من السطح بسرعة أكبر، فلا تسمح بتكوين كتل كبيرة من المعادن. وتتكوّن بالتالي صخور ناعمة الحبيبات شبيهة من حيث التركيب بالصخور الخشنة الحبيبات. ويوازي الزيولبت[١] الناعم الحبيبات الجرانيتَ[٢] الخشن الحبيبات، بينما يوازي البَزلت[٣] الناعم الحبيبات الصخرَ الجوفيّ القاعديّ.

ويبرد بعض الموادّ التي تقذفها البراكين بسرعة كبيرة، حتى أنّها تجمد قبل أن تصل إلى الأرض. تبرد سيول الحمم بسرعة كبيرة؛ وغالباً ما تُحتجز في داخلها فقاقيع من الغاز. وعندما تجمد هذه الحمم، تكون خفيفة الوزن ومساميّة؛ ويتكوّن الخفّاف بهذه الطريقة بالتحديد. ويتكوّن السَّبَج، وهو زجاج طبيعيّ، من الحمم أيضاً.

الصخور المتحوّلة: تتشكّل الصخور المتحوّلة، عندما تغيّر الحرارة والضغط تركيب وبنية الصخر الأصليّين. وتكون الحرارة في عمق قشرة الأرض أعلى بكثير من الحرارة قرب سطح الأرض. ويتعرّض الصخر الحارّ في عمق القشرة، إلى الضغط من وزن القشرة التي تعلوه ومن الحركات الجانبيّة التي تحدث في القشرة. وفي بعض الحالات، تؤثّر أيضاً السوائل والغازات في الصخر لتحويله.

تؤدّي هذه القوى إلى تحويل حجر الكلس، وهو صخر رسوبيّ، إلى رخام. وعند تعرّض الحبيبات المعدنيّة في الطَّفْل الصفحيّ إلى الضغط، تتراكم في اتجاهات جديدة لتشكيل الأردواز، وهو صخر متحوّل. وعند استمرار الضغط يتحوّل الأردواز بدوره إلى فيلّيت Phyllite ثم إلى شِسْت، وهو صخر مختلف جدّاً في مظهره وتركيبه وبنيته عن الطَّفْل الصفحيّ الأصليّ. ويمثّل الكوارتزيت، أحد أقسى الصخور وأكثرها تراصّاً، الشكل المتحوّل من الحجر الرمليّ الحُبَيبي الطريّ نسبيّاً.

الصخور الرسوبيّة: تغطّي الصخور الرسوبيّة قسماً كبيراً من سطح الأرض، لكنها كثيراً ما تكون محجوبة تحت طبقة رقيقة من التربة. وتُقسم الصخور الرسوبيّة عمليّاً إلى مجموعتين كبيرتين: الصخور الرضيخيّة والصخور البلّوريّة. تتألّف الصخور الرضيخيّة من جسيمات بأحجام مختلفة. وتتألّف الصخور البلّوريّة من معادن ترسّبت من محاليل.

تنقل الجداول والأنهار جسيمات الصخر المنحتّة من المناطق المكشوفة، مثل الجبال، وتفرغها في البحر. وتستقرّ هذه الجسيمات ببطء على قاع البحر على شكل غَرين (طميّ) أو صلصال. وتترسّب الجسيمات الأكبر منها، مثل الرمال، قرب الشاطىء؛ وتستقرّ الحصى عند خطّ الشاطىء. ومع تراكم هذه الموادّ ببطء طوال فترات طويلة من الزمن، يُطرد الماء من بين الجسيمات. وقد يحدث أن تشدّ موادّ مُلصِقة محلولة في الماء – مثل كربونات الكلسيوم والسيليكا وأكسيد الحديد – الجسيمات بعضها إلى بعض.

تُلصق الحصى القريبة من الشاطىء لتشكيل كتلة مرصوصة. ومع الابتعاد قليلاً عن الشاطىء، يتشكّل الطَّفْل الصفحيّ. وفي عرض البحر، يتكوّن حجر الكلس من كربونات الكلسيوم وأصداف الحيوانات البحريّة الميتة.

ويمكن أن تتكوّن الصخور البلّوريّة في بحار داخليّة ضحلة مغلقة تماماً، أو متصلة بالبحر المفتوح عبر مضائق محدودة. وفي مثل هذه الحالات، قد يتبخّر البحر ببطء، مخلّفاً وراءه مركّبات تشكّل صخوراً رسوبيّة مثل الجِصّ (جبس) والملح الصخريّ.

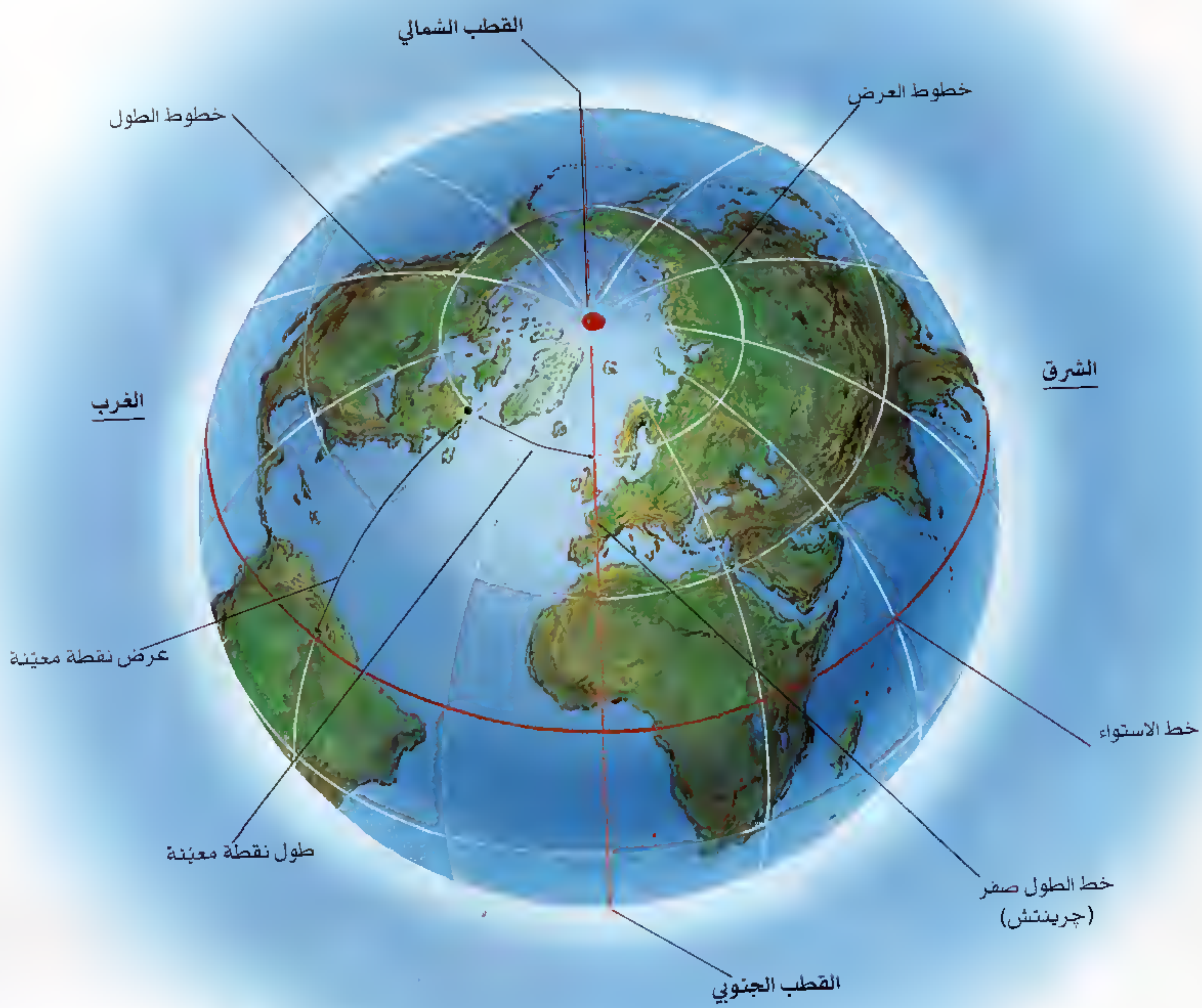
ويستطيع الجيولوجيّون إعادة خلق الجغرافيا القديمة لمنطقة معيّنة وبيئتها الماضية عن طريق دراسة توزيع صخورها الرسوبيّة. وتوجد الأحافير بمجملها تقريباً في الصخور الرسوبيّة. وتسجّل هذه الأحافير تاريخ الحياة على الأرض. وتحتوي أيضاً الصخور الرسوبيّة على موارد معدنيّة مثل الفحم.

---

(١) الزيولبت: الشكل الحمميّ من الجرانيت.

(٢) الجرانيت: صخر داخليّ المنشأ ظاهر التبلّر، يتألّف أساساً من الكوارتز ومعادن أخرى.

(٣) البَزلت: حجر قاتم داكن بركانيّ الأصل.



إلى اليسار، مرصد جرينتش الشهير: **خطّ الطول الرئيسيّ هو خطّ طول صفر، نقطة البداية لقياس المسافة شرقاً وغرباً حول الكرة الأرضيّة. يمكن أن يستخدَم أيّ خطّ طول كخطّ الطول الرئيسيّ. غالباً ما نشرت الدول خرائط وجداول بيانية كان خطّ الطول المعتمَد فيها دائرة خطّ الطول المارّة عبر عواصمها. في مؤتمر دوليّ في العام ١٨٨٤، اتفق على أنّ دائرة خطّ الطول المارّة عبر جرينتش Greenwich**، في انجلترا، **تصلح كخطّ الطول الرئيسي. لقد أصبح هذا المقياس دولياً.**

خطوط العرض وخطوط الطول

يحدّد خطّ العرض المسافة شمال خطّ الإستواء أو جنوبه، ويحدّد خطّ الطول المسافة شرق خطّ الهاجرة الأصليّة أو غربه. وتقاس خطوط الطول وخطوط العرض على أساس الـ ٣٦٠° التي تؤلّف الدائرة. تتقاطع خطوط العرض والطول الوهميّة في ما بينها، مشكّلة شبكة تغطّي الأرض وتساعدنا على تحديد المواقع على سطحها.

يشكّل خطّ الإستواء خطّ العرض صفر° وهو نقطة الإنطلاق لقياس المواقع وفقاً لخطوط العرض. ويقع القطب الشماليّ على خطّ العرض ٩٠° شمالاً والقطب الجنوبيّ على ٩٠° جنوباً. وتتمثّل المسافة التي تفصل أي نقطة بين القطبين عن الإستواء، ببضع درجات شمالاً أو جنوباً بين صفر° و ٩٠° وتغطّي كلّ درجة حوالى ١١١ كم.

يشكّل كلّ خطّ عرض دائرة وهميّة حول الأرض. ولأنّ هذه الدوائر موازية لخطّ الإستواء تسمّى الخطوط المتوازية. كلّما ابتعدت الدوائر عن خطّ الإستواء كلّما صغر حجمها، لتصبح عند القطبين مجرد نقطتين.

نعرف خطوط الطول، التي تلتقي عند القطبين، بخطوط الهاجرة Meridians. ويعرف الخطّ الذي يمرّ بجرينتش في إنجلترا، عالميّاً، بخطّ الطول صفر° أو خطّ الهاجرة الأصليّة.

تقاس مسافة نقطة ما وفقاً لخطوط الطول، بالدرجات التي تفصل هذه النقطة عن خطّ الهاجرة الأصليّة إلى الشرق وإلى الغرب. هذا يعني أنّ نصف الأرض يقاس بدرجات طول تصل إلى ١٨٠° شرقاً ونصفها الآخر بدرجات طول تصل إلى ١٨٠° غرباً.

يتوقّف طول درجة خطّ الطول على المسافة التي تفصل الدرجة عن خطّ الإستواء. فكلّما كانت المسافة كبيرة كلّما كان طول الدرجة صغيراً، ويتناقص ليصبح صفراً عند القطبين.

من أجل دقّة أكبر، يتمّ تقسيم درجات العرض والطول إلى ٦٠ دقيقة، وكلّ دقيقة إلى ٦٠ ثانية. كثيراً ما تعلّم الخرائط بخطوط العرض والطول. وتسمّى درجات خطّ العرض وخطّ الطول العائدة إلى نقطة ما إحداثيّات هذه النقطة. إذا كنت تعرف الإحداثيّات، يمكنك أن تستعمل الخريطة لتحديد موقع أي نقطة على سطح الأرض.


OLD ROYAL OBSERVATORY
SHEPHERD PATENTEE
GALVANO-MAGNETIC CLOCK
BRITISH YARD

المحور

المحور هو خطّ غير مرئيّ يدور حوله جسم ما. على سبيل المثال، إنّ كلّ كوكب في نظامنا الشمسيّ يدور حول محور خاصّ به. تتميّز محاور عطارد والزهرة والمشتري بأنّها متعامدة مع مستويات مداراتها. أمّا محاور الكواكب الأخرى فمائلة بدرجات مختلفة. يميل محور الأرض عن الخطّ المتعامد مع مستوى مدار الكوكب ٢٣ درجة ونصف درجة تقريباً. نظراً إلى أنّ الأرض تميل دائماً في الإتّجاه نفسه أثناء دورانها حول الشمس، فإنّ أشعّة الشمس العموديّة تضرب أماكن مختلفة من حيث العرض الجغرافيّ في أوقات مختلفة من السنة. وتتحرّك هذه الأشعّة العموديّة بين مدار السرطان ومدار الجدي. ونتيجة لهذه الظاهرة، تبدو الشمس كأنّها تتبع نمطاً سنويّاً في السَّماء، فتتحرّك في اتّجاه الشمال والجنوب.



يقع القطبان الشماليّ والجنوبيّ عند طرفَي محور دوران الأرض. تدور الأرض من الغرب إلى الشرق، وتقوم بدورة كاملة حول محورها في ٢٤ ساعة تقريباً.
أثناء دوران الأرض حول الشمس، يبقى الكوكب مائلاً في الإتّجاه نفسه. وتالياً، فإنّ أشعّة الشمس العموديّة تضرب خطوط عرض مختلفة على سطح الأرض مع دوران الكوكب حول الشمس. في الأيام التي يحدث خلالها اعتدال، تكون الأرض في نقطة تَقاطُع مستوى خطّ الإستواء ومستوى مدار الأرض، فتضرب أشعّة الشمس العموديّة خطّ الإستواء. أمّا في أيام الإنقلاب، فتبلغ أشعّة الشمس العموديّة أقصى نقاط ممكنة شمالاً وجنوباً. عند الظهر في يوم انقلاب حزيران، تظهر الشمس فوق مدار السرطان مباشرة. وعند الظهر في يوم انقلاب كانون الأول، تظهر الشمس فوق مدار الجدي مباشرة.

دوران الأرض حول نفسها

أثناء دوران الأرض حول الشمس، يدور كوكبنا أيضاً حول محوره. والمحور خطّ وهميّ يمتدّ بين القطبين مروراً بمركز الأرض. تستغرق الدورة الكاملة حول المحور ٢٤ ساعة تقريباً.

يدور القمر والكواكب والنجوم حول محاورها، لكن بسرعات مختلفة. تساوي دورة واحدة حول المحور يوماً كوكبيّاً واحداً، وتساوي دورة كاملة حول الشمس سنة كوكبيّة واحدة.

حركة دوران الأرض حول الشمس

إضافة إلى دورانها حول محورها، تدور الأرض أيضاً حول الشمس (في اتجاهٍ مخالف



لحركة عقارب الساعة) في ٣٦٥ يوماً و٦ ساعات (السنة الشمسيّة). أثناء دوران الأرض حول الشمس، يبقى محور ميلها بالنسبة إلى مستوى المدار هو نفسه، أي ٦٦° و٣٣′، الأمر الذي يؤدّي إلى تتابع الفصول الأربعة.

المنطقة الإستوائيّة

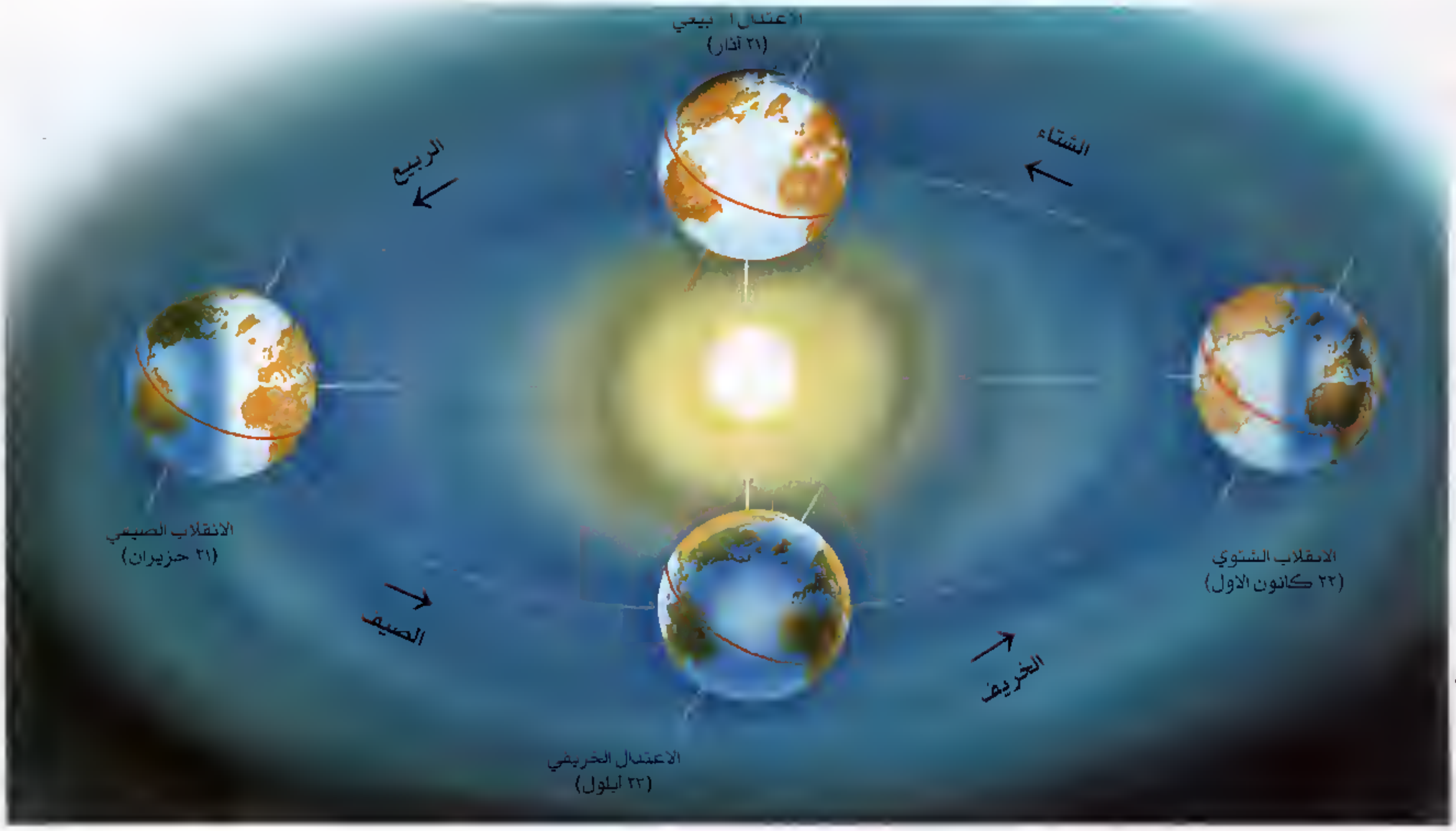
يعرَف خطّ العرض الواقع على ٢٣ درجة ونصف درجة تقريباً شمال خطّ الإستواء بمدار السرطان. ويعرَف خطّ العرض الواقع على ٢٣ درجة ونصف درجة جنوب خطّ الإستواء بمدار الجدي.

تستعمَل عبارة «المنطقة الإستوائيّة» (وهي في الواقع المنطقة البَيْمداريّة)، في معظم الأحوال، للدلالة على المنطقة الواقعة بين خطّي العرض المذكورين. تضمّ المنطقة الإستوائيّة ٣٦٪ من اليابسة، وتغطّي أجزاء من أميركا الشماليّة وأميركا الجنوبيّة وأفريقيا وآسيا وأستراليا. أمّا المناطق شبه الإستوائيّة فهي الواقعة بين ٣٢ درجة ونصف درجة و٤٠ درجة تقريباً شمال خطّ الإستواء وجنوبه.

تتميّز «المنطقة الإستوائيّة» عموماً بمناخ دافىء على مدار السنة. ويراوح المعدّل الشهريّ لدرجات الحرارة بين ٢٥° و٢٨° مئويّة. وتأتي درجات الحرارة المرتفعة نتيجة موقع المنطقة الإستوائيّة على الأرض أثناء دورانها حول الشمس. فهذه المنطقة تتلقّى أشعّة الشمس المباشرة أكثر من أيّة منطقة أخرى على الأرض.

بخلاف درجات الحرارة، تختلف كميّة المطر إلى حدّ بعيد من مكان إلى آخر في «المنطقة الإستوائيّة». فبعض الأماكن تشهد مناخاً إستوائيّاً رطباً، تنمو فيه غابات المطر التي تضمّ مجموعة كبيرة ومنوّعة من النبات والحيوان. وتخضع أماكن أخرى في «المنطقة الإستوائيّة» لمناخ مداريّ رطب وجافّ، يؤدّي إلى بروز ثلاثة فصول رئيسيّة: فصل معتدل البرودة وجافّ، فصل حارّ وجافّ، وفصل حارّ ورطب. وتعتمد الحياة في هذه الأجزاء من «المنطقة الإستوائيّة» على أمطار الفصل الرطب.

يعيش نحو ثلث سكّان العالم في «المنطقة الإستوائيّة»، وهي المنطقة الواقعة بين خطّي العرض المعروفين بمدار السرطان ومدار الجدي.



الفصول الأربعة في نصف الكرة الشماليّ

الإعتدال

الإعتدال هو أيّ من اليومين في السنة اللذين تكون فيهما الشمس فوق خطّ استواء الأرض مباشرة. وفي هذه الأوقات، يتساوى تقريباً الليل والنهار في جميع أنحاء الأرض.

ويحدث الإعتدالان في ٢٠ أو ٢١ آذار، وفي ٢٢ أو ٢٣ أيلول. وفي نصف الكرة الشماليّ، يعلن اعتدال آذار بداية فصل الربيع، فيُعرف عادة بالإعتدال الربيعيّ. ويُعرف موقع الإعتدال الربيعيّ بأوّل نقطة من الحَمَل. ويشكّل اعتدال أيلول بداية فصل الخريف، ويُعرف عادة بالإعتدال الخريفيّ. وتنعكس الفصول في نصف الكرة الجنوبيّ.

وتكون الفترة الزمنيّة الممتدّة من اعتدال آذار إلى اعتدال أيلول، أطولَ من الفترة الممتدّة من اعتدال أيلول إلى اعتدال آذار التالي. وينتج هذا الفارق الزمني عن مدار الأرض الإهليلجيّ (البيضويّ الشكل) حول الشمس. فالأرض تسير بسرعة أكبر في مدارها عندما تكون أقرب إلى الشمس. وتكون المسافة بين الأرض والشمس الأقصر على الإطلاق، في شهر كانون الثاني. وبالتالي، فإنّ الأرض تنجز نصف الدائرة من اعتدال أيلول إلى اعتدال آذار، بسرعة أكبر ممّا تقطع نصف الدائرة المقابل.

ويستعمل الفلكيّون كلمة اعتدال أيضاً لكلّ من النقطتين الوهميّتين التي يقطع فيهما مسار الشمس الظاهريّ بين النجوم، خطّ الإستواء السماويّ. وخطّ الإستواء السماويّ هو خطّ وهميّ في السماء يمتدّ فوق خطّ استواء الأرض مباشرة.

ولا يبقى موقعا نقطتَي الإعتدال على حالهما من سنة إلى أخرى. فإنّهما يزيحان غرباً ببطء شديد، حوالى درجة واحدة كلّ ٧٠ سنة. وتنتج حركة نقطتَي الإعتدال التدريجيّة، المعروفة بمبادرة الإعتدالين، عن تغيير طفيف في اتّجاه محور دوران الأرض. ويأتي التغيير في الإتجاه بشكل رئيسيّ، من قوّة الجذب التي يمارسها القمر والشمس على المنطقة الإستوائيّة المنتفخة من الأرض.

الفصول

الفصول هي فترات من السنة تتميّز عن بعضها بشروط مناخيّة خاصّة. يتوالى الربيع والصيف والخريف والشتاء بشكّل منتظم، ويتميّز كلّ فصل بضوئه وحرارته وأنماطه المناخيّة الخاصّة التي تتكرّر سنويّاً. إنّ الفصول في نصف الكرة الشماليّ معاكسة للفصول في نصف الكرة الجنوبيّ، ولا تشهد كلّ مناطق الأرض أربعة فصول متميّزة.

تتغيّر الفصول لأنّ الأرض تدور حول الشمس وهي مائلة على محورها. وهكذا، فإنّ مستوى خطّ الإستواء يكون مائلاً بالنسبة إلى مستوى مدار الأرض. ونظراً إلى أنّ الأرض مائلة دائماً في الإتجاه نفسه، يتغيّر العرض الجغرافيّ الذي تظهر الشمس فوقه مباشرة عند الظهر مع دوران الأرض حول الشمس.

تبدو الشمس كأنّها تتبع نمطاً سنويّاً من الحركة في السماء في اتّجاه الشمال والجنوب. لو أنّ المستوى الإستوائيّ والمستوى المداريّ كانا متطابقين لظهرت الشمس دائماً عند الظهر فوق خطّ الإستواء مباشرة ولما تبدّلت الفصول. لكن، نظراً إلى أنّ المستويين يميلان الواحد بالنسبة إلى الآخر ٢٣° ونصف درجة تقريباً، فإنّ العرض الجغرافيّ الذي تظهر فوقه الشمس مباشرة عند

الظهر يتغيّر على مدار السنة بين ٢٣° ونصف درجة شمالاً، أي مدار السرطان، و٢٣° ونصف درجة جنوباً، أي مدار الجدي.

تبعاً لعصور من الأعراف والتقاليد، يقسّم الفلكيّون السنة إلى فصول وفقاً للإعتدالين الربيعيّ والخريفيّ والإنقلابين الصيفيّ والشتائيّ. يحدث الإعتدالان عندما تبلغ الأرض في مدارها النقطتين اللتين يتقاطع عندهما المستوى الإستوائيّ والمستوى المداريّ، ما يؤدّي إلى ظهور الشمس فوق الإستواء مباشرة وقت الظهر. أثناء الإعتدالين، يكون النهار والليل متساويين تقريباً في كلّ أنحاء العالم. يحدث أحد الإعتدالين في حدود ٢١ آذار. وفي نصف الكرة الشماليّ، يمثّل هذا التاريخ الإعتدال الربيعيّ. أمّا في نصف الكرة الجنوبيّ فهو الإعتدال الخريفيّ. ويحدث الإعتدال الثاني في حدود ٢٣ أيلول وهو يمثّل الإعتدال الخريفيّ في نصف الكرة الشماليّ والإعتدال الربيعيّ في نصف الكرة الجنوبيّ.

يحدث الإنقلابان في النقطتين من مدار الأرض اللتين تبلغ عندهما أشعّة الشمس العموديّة أقصى عرض جغرافيّ ممكن شمالاً وجنوباً. إنّ الإنقلاب الذي يحدث تقريباً في ٢٢ حزيران هو الإنقلاب الصيفيّ في نصف الكرة الشماليّ والإنقلاب الشتائيّ في نصف الكرة الجنوبيّ. تضرب أشعّة الشمس العموديّة مدار السرطان، ويشهد نصف الكرة الشماليّ أطول فترة من ضوء النهار. حوالى ٢٢ كانون الأول، يحدث الإنقلاب الآخر، وتضرب أشعّة الشمس العموديّة مدار الجدي. إنّه الإنقلاب الشتائيّ في نصف الكرة الشماليّ والإنقلاب الصيفيّ في نصف الكرة الجنوبيّ.

تغيّر الشروط المناخيّة التي تميّز فصلاً عن الآخر في أوقات مختلفة من مكان إلى آخر وهي غير مرتبطة بالأيام التي يحدث فيها الإنقلابان والإعتدالان. على سبيل المثال، إنّ أزهار الربيع تظهر وتختفي في سافانا، من ولاية جورجيا الأميركيّة، قبل ذوبان الجليد في مينيابوليس، من ولاية مينيسوتا، بوقت طويل. وقد تسجّل درجات الحرارة الأشدّ ارتفاعاً أو الأكثر انخفاضاً بعد الإنقلاب بأسابيع عدّة. إنّ التغيّرات المناخيّة الفصليّة عائدة جزئيّاً إلى ميل الأرض، الذي يؤدّي إلى اختلاف مدّة النهار وزاوية أشعّة الشمس عند كلّ عرض جغرافيّ على مدار السنة. وتساهم أنماط الرياح والتضاريس وغيرها من العوامل في تحديد الشروط المناخيّة الفصليّة.

تشهد المناطق المتوسطة البعد عن خطّ الإستواء أكبر قدر من التغيّرات المناخيّة الفصليّة. أمّا في المناطق القريبة من خطّ الإستواء، وخصوصاً في جوار الإستواء، فالتغيّرات الفصليّة ضئيلة جداً. إنّ زاوية أشعّة الشمس في هذه المناطق هي أكثر استقامة، طوال أيام السنة، من زاوية أشعّة الشمس في المناطق البعيدة عن خطّ الإستواء. وتساهم استقامة أشعّة الشمس في تسجيل درجات حرارة يوميّة مرتفعة لا تتغيّر إلّا قليلاً على مدار السنة. في المناطق المداريّة، قد تختلف الفصول من حيث كميّة المطر، وهو وضع مرتبط بموقع الأرض بالنسبة إلى الشمس. وتختلف كميّة المطر إلى حدّ بعيد في بعض أجزاء المناطق المداريّة الأبعد عن خطّ الإستواء، فلا نجد سوى فصلين مناخيين فقط: فصل جاف وفصل رطب.

حول المناطق القطبيّة، تبقى زاوية أشعّة الشمس مائلة طوال السنة. لذا، فإنّ درجات الحرارة اليوميّة قد تختلف إلى حدّ بعيد على مدار السنة، لكنّها تبقى عموماً أكثر انخفاضاً ممّا هي في معظم المناطق الأخرى من العالم. وتختلف كميّة الضوء إلى حدّ بعيد بين الصيف والشتاء. فكلّ قطب يميل في اتّجاه الشمس أثناء الربيع والصيف. وتالياً، فإنّ كلّ قطب يشهد ستّة أشهر تقريباً من النهار، نظراً إلى أنّ الشمس لا تغيب وراء الأفق. أمّا في الخريف والشتاء، فيميل كلّ قطب بعيداً عن الشمس وتمرّ ستّة أشهر تقريباً من الظلام لأنّ الشمس لا ترتفع أبداً فوق الأفق. بعيداً عن القطبين، يتضاءل الإختلاف بين النهار والليل.



يختبر الناس الذين يسكنون المناطق المعتدلة من الأرض أربعة فصول متميّزة. وتستجيب الكائنات الحيّة للتغيّرات الموسميّة في نور الشمس ودرجات الحرارة.

التساقط



التساقط كلمة تشمل جميع الأشكال التي يتساقط الماء فيها إلى الأرض من الجوّ. أنواع التساقط الرئيسية هي المطر، الثلج، جمد المطر[1]، والبرد. يمدّ التساقط بأسباب الحياة، ويلعب التوزيع والكمية اللذان تتلقّاهما منطقة ما، دوراً رئيسياً في تحديد ما يمكنه أن يبقى حيّاً هناك. على الرغم من ذلك، يمكن أن يكون التساقط مؤذياً أيضاً؛ فبإمكان عاصفة مصحوبة بالبرد مثلاً، أن تدمّر محاصيل تساوي الملايين من الدولارات خلال دقائق معدودة. ويمكن أن تؤدّي كثرة المطر إلى إحداث فيضانات مدمّرة، كتلك التي ضربت بنجلادش في العام ١٩٨٨.

يهطل الكثير من تساقط العالم على المحيط؛ ولا يتوزّع ما يسقط على الأرض بشكل متساو. بالكاد تمكن قياس التساقط في صحراء اتاكاما في التشيلي، إحدى أجفّ الأماكن على الأرض؛ إنّ معدّل هطول المطر السنويّ في بلدة أريكا هناك هو ٠.٠٥ سنتيمترات. يتلقّى جبل ويااليال في جزر هاواي، الذي يعتبر أكثر المناطق رطوبة على الأرض، حوالى ١.٢٠٠ سنتم من المطر في السنة.

عندما يرتفع الهواء، يهطل التساقط

يهطل التساقط من الغيوم. تتشكّل الغيوم والهطولات عندما يرتفع الهواء الدافىء الرطب إلى أماكن أبرد من الجوّ. مع برود الهواء، تنقص قدرته على حفظ بخار الماء إلى الدرجة التي يصبح فيها مشبعاً. تتسبّب زيادة البرد في تحويل البخار إلى ماء أو جليد.

لارتفاع الهواء، ثلاثة أسباب رئيسية: تحرّكات جبهات الطقس، سريان الحرارة[2]، والرفع التضاريسي. عندما تصطدم جبهة هوائية باردة بأخرى دافئة، يُدفع الهواء الدافىء فوق الهواء البارد الأثقل. إنّ الغيوم هي التي تتشكّل وتجلب التساقط الذي يمكن أن يدوم ليوم أو أكثر. بالمقارنة، فإنّ سريان الحرارة غالباً ما يُحدث تساقطاً وجيزاً ولكنّه قويّ وحتى شديد، كالأمطار الغزيرة والعواصف الرعديّة؛ ويحدث سريان الحرارة هذا في الأيام المشمسة. تُدفىء الشمس الأرض، التي بدورها تُدفىء الهواء فوق. يصبح جزء من الهواء أخفّ عندما يسخن، وبذلك يرتفع بشكل أعلى إلى الفضاء؛ خلال ارتفاعه، يتوسّع ويبرد. إذا ارتفع الهواء وبرد بما فيه الكفاية، يصل حينها إلى نقطة التشبّع.

يحصل الرفع التضاريسيّ عندما تواجه كتلة هواء متحركة عائقاً جغرافياً، كالجبل مثلاً. مع اندفاع كتلة الهواء صعوداً إلى الجبل، مكتسبة ارتفاعاً في طريقها، فإنّها تبرد إلى نقطة التشبّع. تتشكّل حينها الغيوم، ويبدأ التساقط مع استمرار الهواء في الارتفاع. يتلقى الجانب الذي تهبّ منه الريح لغالبية الجبال، هطولات أكثر من الجانب الذي تهبّ نحوه الريح نتيجة للرفع التضاريسيّ. عندما تتحرّك كتلة الهواء نزولاً إلى الجانب الآخر من الجبل، تدفأ ثانية، منقصة بذلك إمكانية هطول المطر. هكذا، فإنّ جانب الجبل الذي تهبّ نحوه الريح، ذلك الجانب البعيد عن الرياح المسيطرة، غالباً ما يكون جافّاً. تدعى هذه المساحة الجافّة ظلّ المطر[3].

يشكّل الهواء المبرّد إلى نقطة التشبّع غيوماً عادة؛ ولكن، كما نعرف، فإنّها لا تمطر دائماً أو تثلج عندما تكون السماء غائمة. تتألّف الغيوم من قطيْرات ماء بالغة الصغر، أو من بلّورات جليد صغيرة جداً، ما يمنعها ان تسقط عبر الهواء المرتفع الذي شكّل الغيوم. ولكن وفق ظروف ملائمة، بإمكان هذه القطيرات أو البلورات أن تكبر وتسقط إلى الأرض.

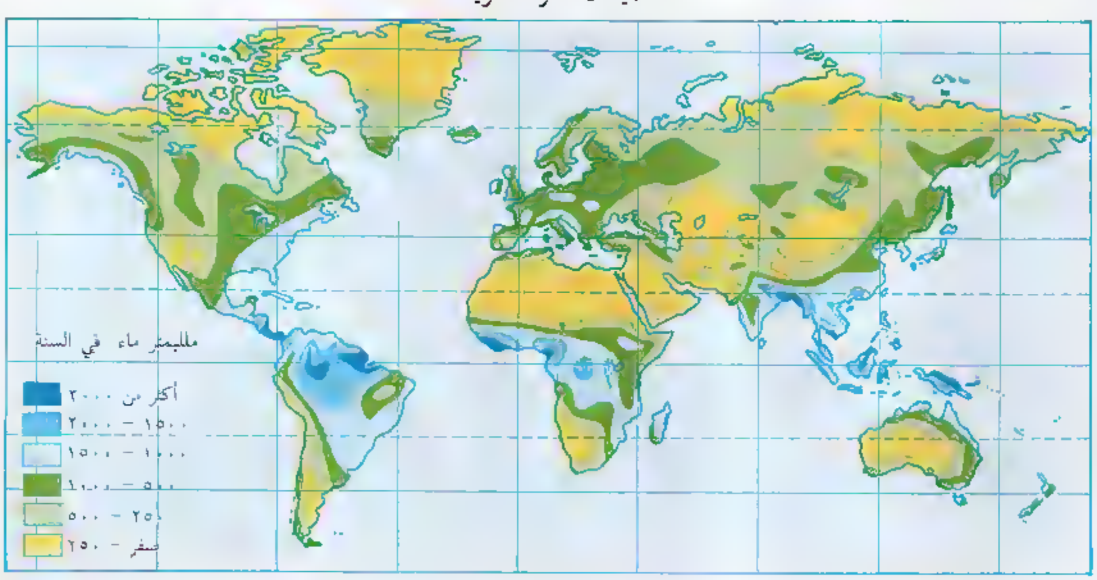
في درجات الحرارة المتجمّدة، تتشكّل بلّورات الجليد على ذرّات طينيّة بالغة الصغر التي تعمل كنواة تجميد. باستثناء المناطق الاستوائية، حيث الجوّ شديد الحرارة، ما يمنع تشكّل الجليد، فإنّ غالبيّة التساقط يبدأ كبلّورات جليد.

يمرّ التساقط في مراحل متعدّدة. تدعى المرحلة الأولى التنوية؛ في هذه المرحلة، يتجمّع بخار الماء على نواة التكاثف ويشكّل قطيرات ماء. قد تبدأ هذه العملية أيضاً مع التسامي، عندما يتحوّل بخار الماء مباشرة إلى بلورات جليد على النواة المتجمّدة من دون أن يصبح سائلاً أوّلاً.

في المرحلة الثانية، تستمرّ القطيْرات أو البلّورات بالنموّ خلال التكاثف أو التسامي. لا يمكن لقطيرات الماء ولبلّورات الجليد أن تتواجد سويّة بسهولة في الغيمة نفسها، لأنّ بخار الماء ينجذب أكثر إلى بلّورات الجليد. ينتج عن ذلك نموّ بلّورات الجليد على حساب قطيرات الماء.

عند هذه النقطة، يحدث التكاثف أو التسامي بسرعة. وسرعان ما تنتج هذه العمليّة بلّورات كبيرة بما فيه الكفاية لالتقاء قطيرات الماء الأصغر التي تتصادم وإيّاها. يدعى هذا النموّ السريع الالتحام. إذا كبرت هذه البلّورات بما فيه الكفاية، فإنّها سرعان ما تبدأ بالهطول إلى الأرض. عندما تكون درجة حرارة الهواء بين الغيمة والأرض تحت درجة التجمّد، يسقط الثلج. أمّا إذا كانت درجة حرارة الهواء فوق التجمّد، تذوب البلّورات كلّياً وتبدأ بالمطر. إذا ذابت البلّورات عند سقوطها عبر طبقة من الهواء الدافىء، ومن ثمّ تتجمّد في طبقة من الهواء البارد قرب الأرض، يتشكّل جمد المطر.

كمّيّة الأمطار السنويّة



(١) جمد المطر: خليط من المطر والبرد.

(٢) سريان الحرارة: انتقال الحرارة بدوران الذرات الغازيّة الساخنة.

(٣) ظلّ المطر: منطقة المنحدرات، وهي قليلة المطر جدّاً بالنسبة للمنحدرات المواجهة للريح السائدة.

البرق

البرق هو شرارة كهربائيّة عملاقة تحدث في السماء. ويحدث معظم البرق الذي يراه الناس بين الغيوم والأرض. لكنّ البرق يحدث أيضاً داخل الغيمة نفسها، وبين الغيمة والهواء، وبين غيمتين. وعندما يحدث البرق في الجوّ، تنتشر طاقته الكهربائيّة في الهواء. ويمكن لهذه الطاقة أن تُلحق أضراراً بالطائرات التي تمرّ فيها، لكنّها لا تتسبّب بأيّ أذى على الأرض. إلّا أنّ البرق الذي يضرب الأرض (الصاعقة) يمكن أن يتسبّب بزهق الأرواح أو بإشعال الحرائق.

ويتكوّن البرق الذي يضرب الأرض من تفريغ كهربائيّ (أو أكثر) يُعرف بالصاعقة. ويُعرف الضوء القويّ الذي نراه في وميض البرق بتفريغ العودة. ويتحرّك تفريغ العودة بسرعة تضاهي تقريباً سرعة الضوء، التي تبلغ ٢٩٩,٧٩٢ كيلومتراً في الثانية. ويعطي تفريغ العودة حوالى ١٠٠ مليون ڤولت من الكهرباء، ويسخّن الهواء الموجود في خطّ سيره إلى أكثر من ٣٣,٠٠٠ درجة مئويّة. ويتمدّد الهواء المسخّن بفعل تفريغات العودة بسرعة كبيرة، فيخلق موجة من الضغط تُعرف بالرعد.

تختلف ومضات البرق من حيث الطول: لا يتجاوز طول وميض البرق الحاصل بين الغيمة والأرض أكثر من ١٤ كيلومتراً تقريباً، لكنّ طول وميض البرق الذي ينتقل عبر الغيوم، جنباً إلى جنب، يمكن أن يتجاوز ١٤٠ كيلومتراً.

ظلّ البرق على مدى قرون أحد أكبر أسرار الطبيعة، ولا يزال حتّى اليوم غير مفهوم بشكل كامل. واعتقد الإغريق والرومان القدامى أنّ البرق أو الصاعقة هي سلاح الآلهة. وفي بعض المجتمعات الأفريقيّة، كان الأشخاص الذين ضربتهم الصاعقة يُعتبرون ملعونين، كذلك الأماكن. وحتّى القرن الثامن عشر، اعتقد بعض الناس في أوروبا وأميركا أنّه بالإمكان إبعاد الصواعق عن طريق قرع أجراس الكنائس.

بدأت دراسة البرق والصواعق، بشكل جدّي، في القرن الثامن عشر. وفي العام ١٧٥٢، بيّن بنجامين فرانكلين أنّ البرق مكوّن من الكهرباء. ربط فرانكلين مفتاحاً معدنياً بذنب طائرة ورقيّة وطير الطائرة في عاصفة رعديّة. رفعت كهرباء الغيوم ڤولتيّة حبل الطائرة الورقيّة. وولّدت الڤولتيّة المرتفعة شرارة قفزت من المفتاح إلى الأشياء على الأرض، ما أثبت أنّ الغيمة كانت مكهربة. تتّصف تجربة فرانكلين بالخطورة الشديدة، وقد توفيّ بعض الأشخاص الذين طيّروا طائرات ورقيّة في العواصف بفعل الصدمة الكهربائيّة الناتجة عن البرق.

كيف يحدث البرق؟

إنّ كلّ ما يحيط بنا مؤلّف من الذرّات. ومع أنّ الذرّات تكون، عادة، متعادلة كهربائيّاً، فقد تصبح إيجابيّة أو سلبيّة إذا ما خسرت أو كسبت عدداً من الإلكترونات.

وتجتذب الشحنات الإيجابيّة والسلبيّة بعضها البعض. وعندما ترتحل عبر الهواء باتجاه بعضها البعض، تشكّل تيّاراً كهربائيّاً يولّد شرارة. والبرق هو الشرارة التي تنتج عن الحركة السريعة للجُسيمات المشحونة كهربائيّاً داخل سحاب ركاميّ مزنيّ (سحاب رعديّ)، أو بين هذا السحاب والأرض أو الهواء أو سحاب آخر.

الغيوم المشحونة كهربائيّاً

أصبح العلماء اليوم يعلمون تماماً كيف تصبح السحب الركاميّة المزنيّة مشحونة كهربائيّاً. ويعتقد معظمهم أنّ الشحنة تنتج عن اصطدام قُطيرات الماء وبلّورات الثلج الخفيفة الصاعدة في الغيمة بالبَرَد وغيره من الجسيمات الثقيلة الساقطة. وعندما تتصادم هذه الأجزاء من السحاب في ما بينها، تكتسب الجُسيمات الثقيلة شحنة سلبيّة وتتخذ الجُسيمات الخفيفة شحنة إيجابيّة. تنزل الجُسيمات المشحونة سلبيّاً إلى قعر الغيمة ويصعد معظم الجُسيمات المشحونة إيجابيّاً إلى أعلى الغيمة. ويحدث البرق عندما ترتحل الشحنات الإيجابيّة والسلبيّة المنفصلة باتجاه بعضها البعض (أو باتجاه شحنات مضادّة لها على الأرض)، ما يولّد شرارة كهربائيّة.

ويحدث أكثر أنواع البرق شيوعاً، وهو البرق داخل

الخيّال في صحراء أريزونا، صورة أُخذت عندما ضربت الصاعقة الأرض.



الغيمة، عندما تشكّل الشحنات داخل الغيمة شرارة كهربائيّة.

وتولّد الشحنات التي ترتحل بين الغيمة والهواء برقاً من الغيمة إلى الهواء، وتولّد الشحنات بين الغيمة والأرض برقاً، إمّا من الغيمة إلى الأرض، أو من الأرض إلى البرق، وفقاً للإتجاه الذي ارتحلت فيه الشحنات في البداية. ومعظم البرق الذي يراه الناس هو برق من الغيمة إلى الأرض.

التفريغ

يبدأ أوّل تفريغ كهربائيّ للبرق من الغيمة إلى الأرض بفعل سلسلة موجّهة ومتدرّجة تنقل عادة الشحنات السلبيّة من الغيمة إلى الأرض. ولا أحد يعلم تماماً كيف تبدأ السلسلة الموجّهة والمتدرّجة. لكنّ الكثير من العلماء يعتقد أنّها تُطلق بفعل شرارة بين المناطق المشحونة إيجابياً والمناطق المشحونة سلبياً، قرب قاعدة الغيمة الرعديّة.

تتحرّك السلسلة الموجّهة والمتدرّجة باتجاه الأسفل في سلسلة من الدرجات، يبلغ طول كل واحدة منها حوالى ٤٦ متراً، وتدوم حوالى جزء من المليون من الثانية. وتتوقّف بين الدرجات حوالى ٥٠ جزءاً من المليون من الثانية. ومع اقتراب السلسلة الموجّهة والمتدرّجة من الأرض، تنطلق الشحنات الإيجابيّة الموجّهة من الأشياء على الأرض مثل الأشجار والأبنية، وتصعد لمقابلة الشحنات السلبيّة. وتكون عادة الشحنة الموجّهة الصاعدة من أعلى جسم في المنطقة، أوّل ما يصل إلى السلسلة الموجّهة والمتدرّجة ويكمل الطريق بين الغيمة والأرض. وتكون الشحنة السلبيّة الأقرب إلى الأرض أوّل ما ينزل باتجاه الأرض، تليها الشحنات السلبيّة من الإرتفاعات الأعلى ثمّ الأعلى. وهذه الحركة الصاعدة للتيّار هي ما يُعرف بتفريغ العودة. ويولّد تفريغ العودة الضوء الذي يراه الناس في وميض البرق، لكنّ التيّار يجري بسرعة كبيرة جدّاً بحيث أنّه لا يمكن رؤية حركته باتجاه الأعلى.

قد ينتهي وميض البرق بعد تفريغ عودةٍ واحد، ولكن في معظم الحالات تحمل قفزات موجّهة، شبيهة بالسلاسل الموجّهة والمتدرّجة، المزيد من الشحنات السلبيّة من الغيمة إلى المسار الرئيسيّ للتفريغ السابق. ويتبع كلَّ قفزة موجّهة تفريغُ عودةٍ واحد. وتحدث عمليّة السلسلة أو القفزة الموجّهة ثمّ تفريغ العودة ٣ أو ٤ مرّات في وميض واحد، لكنّها يمكن أن تحدث أكثر من ٢٠ مرّة. ويتمكّن الناس أحياناً من رؤية التفريغات البرقيّة الفرديّة، فيبدو البرق وكأنّه يخفق (يضيء بصورة متقطّعة).

أشكال البرق

يحدث البرق في الكثير من الأشكال المتنوّعة. وغالباً ما يختلف أيضاً وميض البرق الواحد في المظهر، وفقاً لموقع المراقب.

وتشمل الأشكالُ الرئيسيّة للبرق البرقَ المتفرّع والبرقَ الخطّيّ والبرقَ الشريطيّ والبرقَ السلسليّ. في البرق المتفرّع، يمكن رؤية فروع كثيرة في التفريغ البرقيّ. في البرق الخطّيّ، يبدو الوميض وكأنه يضيء خطّاً واحداً متعرّجاً، ويبدو البرق الشريطيّ كخطوط متوازية من الضوء؛ ويتشكّل هذا النوع من البرق عندما تفصل الريح بين تفريغات البرق. والبرق السلسليّ، أو السبحيّ، هو وميض يتقطّع إلى خطّ منقّط في سياق تلاشيه.

ولا يُعتبر بعض الومضات الكهربائيّة في السماء – مثل البرق الحراريّ والبرق الصَفَحيّ – أشكالاً منفصلة من البرق، مع أنها تبدو مختلفة في بعض الأوجه. يظهر البرق الحراريّ عادة في ليالي الصيف، ويبدو وكأنه يحدث دون رعد. والحقيقة هي أنّ هذا البرق يحدث في مكان بعيد جدّاً عن المراقب، الذي لا يتمكّن بالتالي من سماع الرعد المرافق له. وما يختبره المراقب الموجود تحت ما يبدو من البعيد وكأنه برق حراريّ، هو في الواقع عاصفة رعديّة عاديّة. ويظهر البرق الصَفَحي كإضاءة قسم من السماء، لكنّه في الحقيقة برق تكون ومضاته المستقلّة إمّا بعيدة جدّاً ليراها المراقب أو محجوبة عن النظر وراء الغيوم.

ويختلف البرق الكرويّ اختلافاً كبيراً عن البرق العاديّ، فهو يبدو ككرة ناريّة متوهّجة تطفو في السماء لعدّة ثوان قبل أن تختفي.

وقد أفيد عن مشاهدة هذا النوع من البرق أثناء العواصف الرعديّة، وعادةً بعد حدوث برق عاديّ. ويصف المراقبون هذا الشكل من الرعد ككرة حمراء أو صفراء أو برتقاليّة اللون قد يساوي حجمها حجم حبّة الكريب فروت. وقد أفيد عن رؤية هذه الكرات تطفو عند مستوى الأرض وداخل البيوت والحظائر والطائرات. ولا أحد يعلم كيف أو لماذا يحدث البرق الكرويّ، أو ممّا يتكوّن.

وقد يشبه الضوء المتوهّج البرق الكرويّ، وينتج عن تفريغات كهربائيّة من جسم مستدقّ الرأس أثناء حدوث عاصفة رعديّة. ويظهر هذا الضوء أحياناً حول الطائرات والأبراج وصواري السفن الشراعيّة وقمم الأشجار.

الحماية من الصواعق

تضرب الصواعق (البرق) الأرض حوالى ١٠٠ مرّة في الثانية الواحدة. وفي الولايات المتحدة، يلاقي حوالى ١٠٠ شخص حتفهم سنوياً بسبب الصواعق. ويمكننا تجنّب الإصابة بالصواعق باتباع بعض تدابير الأمان أثناء حدوث العواصف الرعديّة:

يجب الإحتماء في منزل أو في مبنى كبير. ومن الآمن البقاء في سيّارة أو شاحنة مغلقة. ويجب الإمتناع عن لمس أيّ جسم معدنيّ داخل المركبة.

ويجب الإبتعاد عن المركبات المعدنيّة المفتوحة مثل الدرّاجات وعربات الجولف والآلات الزراعيّة والدرّاجات الناريّة.

ويجب عدم استعمال الهاتف إلّا في الحالات الطارئة.

وإذا حدثت الصاعقة وكان الشخص في العراء، يجب أن يجلس أو يقرفص على الأرض.

ويجب الإمتناع عن الوقوف تحت أو قرب شجرة عالية منفردة، أو أيّ جسم آخر منفرد في منطقة مفتوحة.

وإذا كان المرء في غابة، يجب أن يحتمي تحت جنبيات منخفضة أو مجموعة من الأشجار متساوية العلوّ.

ويجب الإمتناع عن الإرتفاع فوق التضاريس بالوقوف على قمّة تلّة أو على الشاطىء أو في حقل مفتوح.

ويجب البقاء خارج الماء وبعيداً عنه.

ويجب معالجة الشخص الذي ضربته الصاعقة بالإنعاش القلبيّ الرئويّ، وهي طريقة اصطناعيّة للتنفّس ودفع الدم في الجهاز الدورانيّ.

تساعد العواميد المعدنيّة التي تُعرف بمانعات الصواعق على حماية المباني من الصواعق. تُثبّت مانعات الصواعق على سطوح الأبنية ويجب أن تكون مؤرّضة[1] بشكل جيّد. وهي تجتذب الصاعقة وتوجّه الكهرباء عبر سلك أو «كابل» بأمان إلى الأرض.

الرعد

إعتقدت شعوب ما قبل التاريخ أنّ الرعد هو صوت الآلهة التي تزمجر غضباً عندما تكون مستاءة من البشر على الأرض. ويعلم العلماء اليوم أنّ الرعد ناتج عن التمدّد السريع والمفاجىء للهواء الذي سخّنه البرق.

يسخن الهواء على الفور عندما تمرّ عبره شحنة كهربائيّة برقيّة. وتؤدّي الحرارة إلى تمدّد جُزَيْئات الهواء، أو تطايرها، في جميع الاتجاهات. ومع بحث الجزيئات عن المزيد من المكان، تتصادم بعنف مع طبقات الهواء البارد وتخلق موجة هوائيّة كبيرة، لها صوت الرعد.

للرعد عدّة أصوات مختلفة. وينتج هدير الرعد المدمدم أو المقعقع عن الموجة الهوائيّة في جذع البرق التي تكون الأبعد عن المراقب. وتحدث الفرقعة أو الطقطقة الحادّة عندما ينفصل جذع البرق الرئيسيّ إلى عدّة فروع، وينتج هزيم الرعد القويّ عن جذع البرق الأقرب إلى المراقب. يصل إلينا صوت الرعد بعد أن يبلغنا ضوء البرق، وذلك لأنّ سرعة الضوء تساوي ٢٩٩,٧٩٢ كيلومتراً في الثانية، بينما لا تتعدّى سرعة الصوت ٣٤٠ متراً في الثانية. ويعطي عدد الثواني التي تفصل بين رؤية البرق وسماع الرعد بعد قسمته على خمسة، المسافة التي تفصل بين البرق والمراقب بالأميال.

---

(١) مؤرّضة: موصولة بالأرض مكوّنة عازلاً كهربائياً.

الريح

الريح تحرّك الهواء الذي بسببه تسخين الارض غير المتساوي، بواسطة أشعّة الشمس. ليست للريح خاصّة مادّية بحتة – لا يمكن رؤيتها أو الامساك بها – ولكن يمكن أن نشعر بقوّتها. فهي تجفّف ملابسنا في الصيف، وتخرق أجسادنا حتى العظم، في فصل الشتاء. وقد تكون قوّتها كافية لدفع المراكب المبحرة عبر المحيط، واقتلاع أشجار ضخمة من الأرض. وتعتبر الريح، الموازن الأكبر للجو، فهي تحمل الحرارة والرطوبة ومواد التلوّث والغبار، مسافات شاسعة حول الكوكب.

نماذج الرياح في الكرة الأرضية

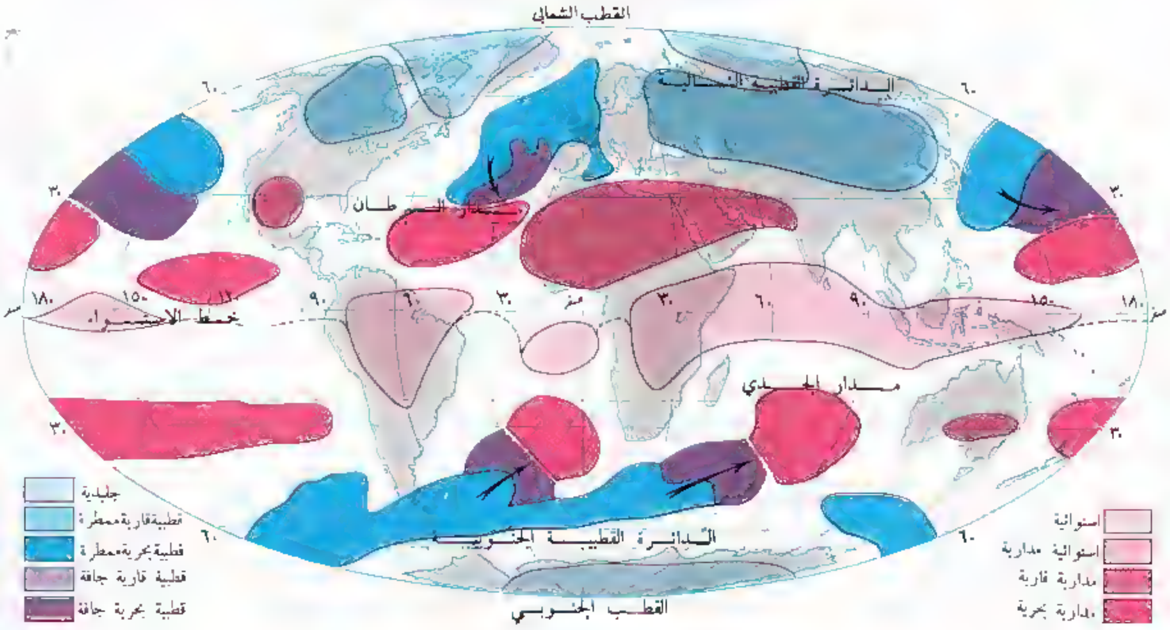
هناك ثلاثة نماذج للريح، واسعة النطاق، في كلّ من نصفي الكرة الأرضية. وتعمل الشمس على تسخين منطقة الاستواء، أكثر من بقية المناطق على الكرة الأرضية، فيرتفع الهواء الإستوائي الساخن عالياً في الجو، ويهاجر باتّجاه القطبين. في الوقت نفسه، يتحرّك الهواء الأبرد والأكثر كثافة، عبر سطح الأرض، باتجاه الإستواء للحلول محلّ الهواء المسخّن. إنّ عملية تبادل الامكنة بين الهواء الساخن والهواء البارد، هي القوّة المحرّكة الأساسية للريح.

وعلى خطّ العرض ٣٠ درجة تقريباً، يبرد معظم الهواء الإستوائي وينخفض، ثمّ يتّجه بعض منه نحو خطّ الإستواء، ويتحرّك البعض الآخر باتجاه القطبين. وعلى خطّ العرض ٦٠ درجة تقريباً، يصطدم الهواء القطبي المتوجه نحو خطّ الاستواء بهواء خطوط العرض المتوسّطة، فيضطرّ هذا الأخير إلى الارتفاع.

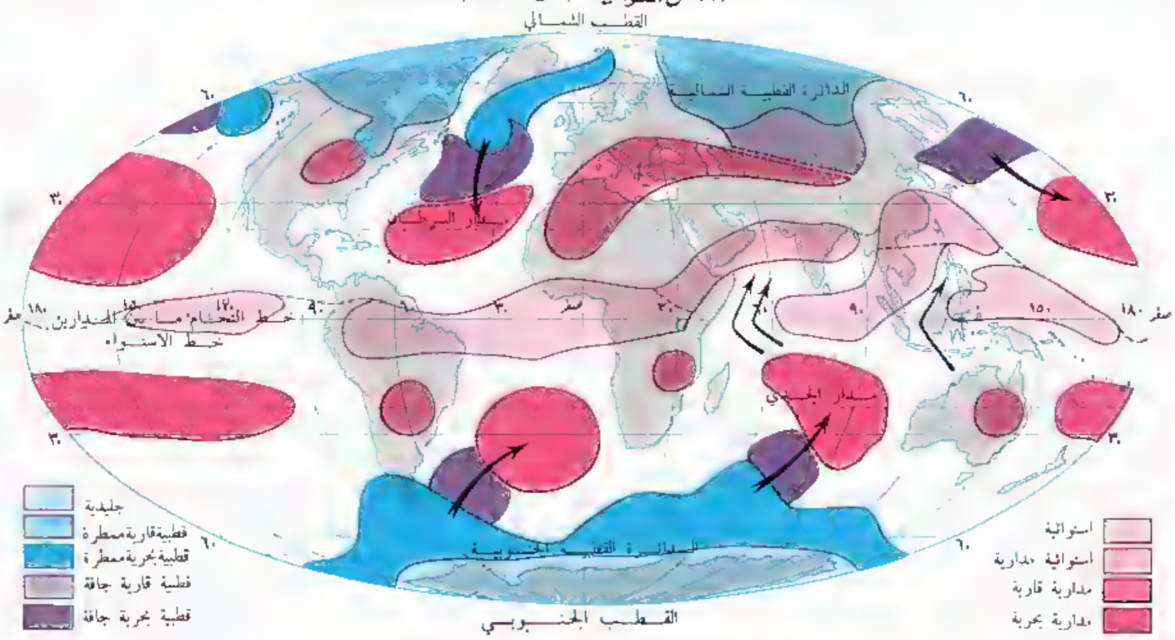
وتهبّ الرياح بشكل عامّ، من الشرق والغرب، أكثر ممّا تهبّ من الشمال والجنوب. ويحدث ذلك بسبب دوران الأرض الذي يولّد ما يسمّى بتأثير كوريولس Coriolis effect، إنه يجعل الرياح تلتفّ نحو اليمين في النصف الشمالي للكرة الأرضية، ونحو الشمال في النصف الجنوبي منها. فمثلاً يتحوّل الهواء المتحرّك جنوباً عند المناطق الاستوائية في النصف الشمالي للكرة الأرضية، باتجاه الغرب، فيولّد الرياح التجارية[1] التي تدفع السفن المبحرة نحو أميركا الشمالية. ويُدعى المكان الذي تلتقي فيه الرياح التجارية الآتية من نصفي الكرة الأرضية، بمنطقة التقارب الاستوائية (م.ت.إ) [Inter-tropical convergence zone, the ITCZ]. ولأنّ الرياح ضعيفة في تلك المنطقة، فإنّ البحّارة يُطلقون عليها اسم منطقة الركود. وعندما تبتعد (م.ت.إ) عن خطّ الإستواء – وهذا ما يحدث موسمياً – تتغيّر نماذج الريح التجارية، وتساعد في خلق ظاهرة طبيعية تُعرف بالرياح الموسمية.

إنّ الاختلاف في الضغط الجويّ يولّد الرياح. وتساعد سرعة الريح واتجاهها في تحديد الطقس والمناخ. وعلى خطوط العرض المتوسّطة، يساعد الضغط المرتفع والضغط المنخفض في تحديد سرعة الريح واتجاهها. وتسعى الرياح إلى الهبوب مباشرة

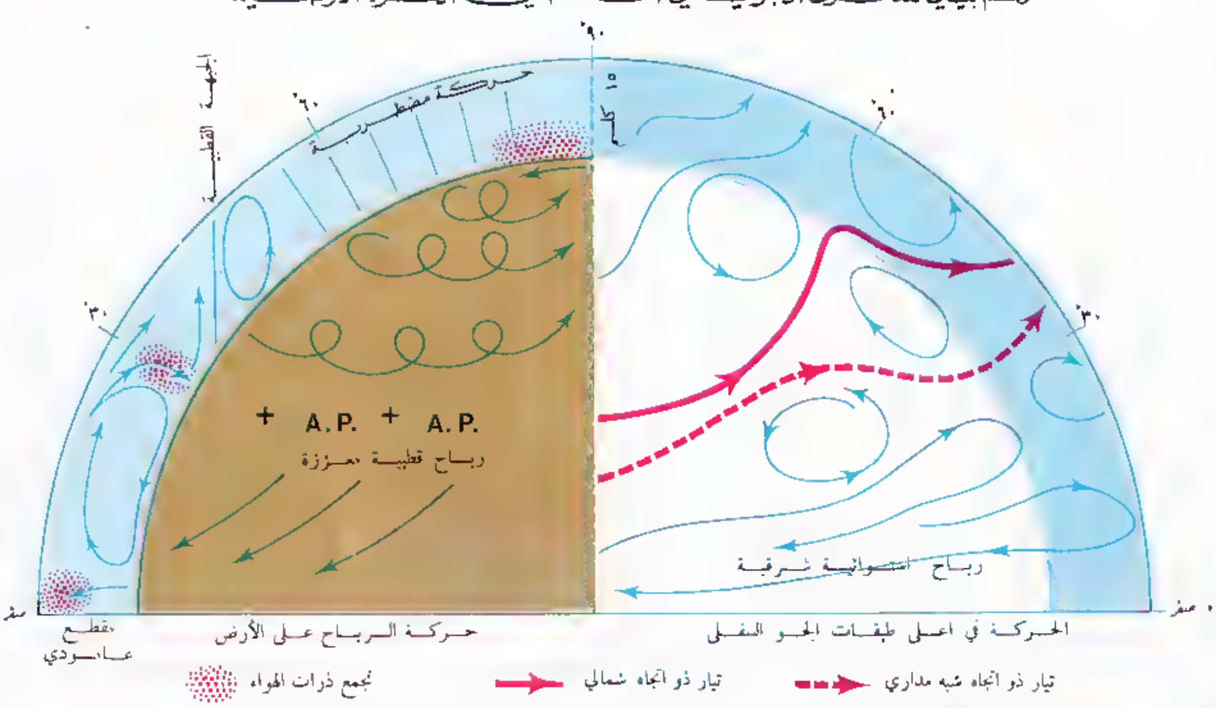
كتل الهواء (في شهر كانون الثاني-يناير)



الكتل الهوائية (تموز، يوليو)

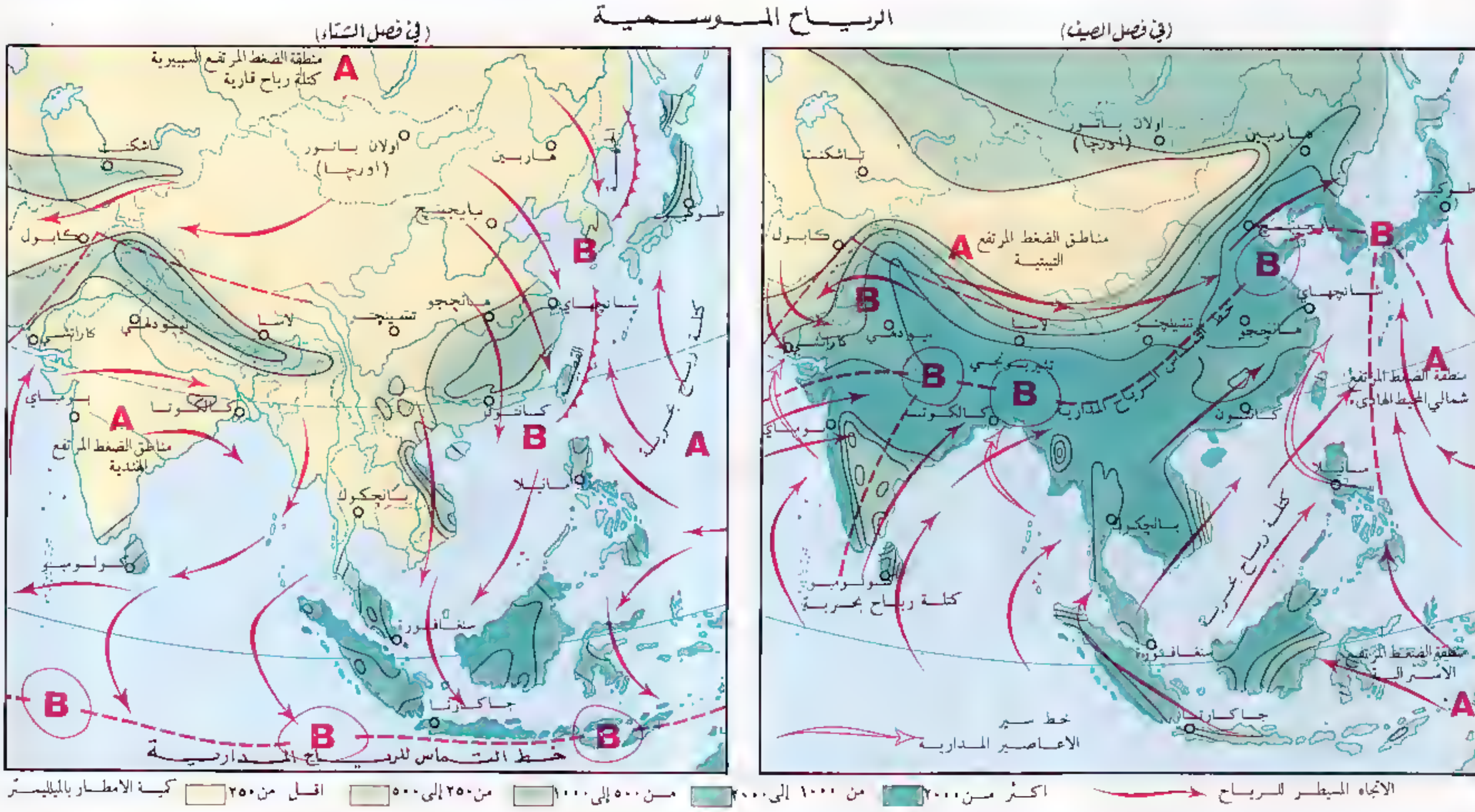


رسم بياني للتحرك الجوي في أحد نصفي الكرة الأرضية



(١) الرياح التجارية: رياح موسمية تهبّ نحو خطّ الاستواء.

الرياح الموسمية



من مناطق الضغط المرتفع إلى مناطق الضغط المنخفض، لكن تأثير كوريولس يتسبب في هبوب رياح تجري على طول أطراف شبكتين من الضغط، المرتفع والمنخفض. وهي رياح تسمى الرياح الجيوستروفية Geostrophic winds.

سجّل الرقم القياسي لسرعة الرياح السطحية في جبل واشنطن في نيو هامپشاير بتاريخ ١٢ نيسان ١٩٣٤، عندما عصفت الريح بسرعة ٣٧١ كم في الساعة. أمّا في الأجواء العليا، فقد تصل سرعة الرياح الشديدة إلى ٤٨٠ كم في الساعة، وهي تسمى التيارات النفّاثة. وغالباً ما تستغَل تلك الرياح في الرحلات الجوّية للتوفير في الوقت والوقود.

طاقة الريح

تنتج طاقة الريح عن تحرك الهواء. فالمركب الشراعيّ الذي ينطلق أمام هبّة ريح ناشطة، يعتمد على طاقة تلك الرياح، لدفعه إلى الأمام. وتلتقط طاحونة الهواء، طاقة الريح لكي تدير جوانح مروحتها. وكانت جوانح الدوران تلك، تستخدم في السابق، لتدوير حجر الرحى في الطاحونة، من أجل طحن الحبوب أو ضخّ المياه. إلّا أنّه، في مطلع القرن الحالي، كانت طواحين الهواء لا تزال تُستعمَل على نطاق ضيّق، في إنتاج الطاقة الكهربائية في أوروبا والولايات المتحدة.

واليوم، تجدّد الاهتمام باستخدام الطاقة الهوائية، كمصدر نقيّ للإنتاج الكهربائي، بعد أن تزايد القلق بسبب تضاؤل مخزون الوقود الحجري، وبسبب التلوّث الناتج عن احتراقه. وقد عمل العلماء على إنشاء تكنولوجية جديدة، أكثر تطوراً، لاستغلال مصدر الطاقة هذا، غير المحدود: تدفع الريح جوانح محرّك هوائي دوّار، فتتسبب الجوانح بدورها في تشغيل أسطوانة مولّد، ينتج تياراً كهربائياً. ويقدّر العلماء أنّه يمكن التقاط ٣٥٪ إلى ٤٠٪ تقريباً من طاقة الريح، لدى مرورها عبر المحرّك الدوّار.

وفي بعض الأماكن، يمكن أن تولّد المحرّكات الهوائية، الدوّارة، قوّةً فاعلةً، لدرجة تجعلها تضاهي أجهزة الطاقة الأخرى. واليوم، تُستخدَم آلاف من تلك المحرّكات في «مزارع الريح» في كاليفورنيا، لإنتاج الكهرباء. ومن بين البلدان النامية، تظهر الهند والصين اهتماما خاصّا في تكنولوجية الطاقة الهوائية.

بعض أنواع الرياح حول العالم

– **بريكفيلدر (Brickfielder)**: ريح ساخنة، غباريّة، تهبّ جنوباً من وسط أستراليا. وهي تحمل اسمها هذا، بسبب الغبار الذي تثيره في بريكفيلد Brickfields قرب سيدني.

– **بوران (Buran)**: ريح شمالية شرقيّة قويّة، في سيبيريا ووسط آسيا. تتحوّل في الشتاء إلى عواصف ثلجية عنيفة.

– **شينوك (Chinook)**: ريح دافئة وجافّة تهبّ على سفح المنحدرات الشرقية لجبال روكي (الجبال الصخرية) في أميركا الشمالية.

– **مسترال (Mistral)**: ريح عنيفة تهبّ جنوباً على ساحل البحر المتوسط لفرنسا، وغالباً في فصلَي الشتاء والربيع. قد تسيطر تلك الرياح لمدّة يوم سنوياً.

– **نورثر (Norther)**: ريح باردة وقويّة، تتسبب بانخفاض سريع في درجات الحرارة عبر مناطق تكساس وخليج المكسيك. ويطلَق عليها في المكسيك وأميركا الوسطى اسم El Norte.

– **پامپيرو (Pampero)**: ريح جافّة وقارسة البرودة، تجتاح البراري أو المراعي في الأوروغواي والأرجنتين.

– **سيروكو (Sirocco)**: ريح ساخنة وربيعية عادة، تهبّ من صحراء أفريقيا على سواحل البحر المتوسط.

الإعصار القمعيّ

الإعصار القمعيّ، أو التورنادو، هو عاصفة ريحيّة قويّة دوّارة. ورياح الإعصار القمعيّ هي أشدّ وأعنف رياح تهبّ على سطح الأرض. تدور هذه الرياح حول مركز العاصفة بسرعات تتجاوز ٣٢٠ كيلومتراً في الساعة. ويصل قطر معظم الأعاصير القمعية إلى مئات الأمتار، وقد تسبب الكثير منها بالموت والدمار الواسع النطاق.

يتكوّن الإعصار القمعيّ من سحاب قمعيّ الشكل دوّار، يمتدّ إلى الأسفل من كتلة من الغيوم الداكنة. ولا تصل بعض الأقماع إلى الأرض بينما يضرب بعضها الآخر سطح الأرض، ثمّ ينسحب إلى الغيوم السوداء الموجودة فوقه، ليعود ويضرب سطح الأرض من جديد. في الولايات المتحدة، تنزع جميع الأقماع للسير باتجاه الشمال الشرقيّ.

تدور رياح الإعصار القمعيّ باتجاه معاكس لاتجاه دوران عقارب الساعة في نصف الكرة الشماليّ، وباتجاه دوران عقارب الساعة في نصف الكرة الجنوبيّ. ويُعرف الإعصار القمعيّ الذي يحدث فوق بحيرة أو محيط، بعمود الماء أو بالنافورة المائيّة.

يدوم معظم الأعاصير القمعية أقلّ من ساعة واحدة. وتقطع هذه العواصف مسافة حوالى ٣٢ كيلومتراً بسرعة ١٦ إلى ٤٠ كيلومتراً في الساعة. وتدوم بعض الأعاصير القمعية عدّة ساعات، ويصل قطرها إلى ٢،٤ كيلومتر. ويمكن أن تقطع هذه الأعاصير مسافة ٣٢٠ كيلومتراً أو أكثر بسرعة قد تصل إلى ٩٧ كيلومتراً في الساعة. وتكون هذه الأعاصير القمعية مدمّرة جدّاً.

تحدث الأعاصير القمعية في جميع أنحاء العالم، ولكن بشكل خاصّ في الولايات المتحدة، حيث تضرب عموماً في الربيع وأوائل الصيف. ولا أحد يعلم عدد الأعاصير القمعية التي تحدث سنوياً لأنّ الكثير من العواصف تهبّ في مناطق قليلة السكّان، فلا يتمّ التبليغ عنها. وقد سجّل حدوث حوالى ٧٠٠ إعصار قمعيّ في الولايات المتحدة سنوياً، بدءاً من أواسط الخمسينات.

في ١٨ آذار ١٩٢٥، اندفع أكثر الأعاصير القمعية فتكاً في التاريخ عبر ولايات ميسوري وإيلينوي وإنديانا، وقتل ٦٨٩ شخصاً. وكان هذا الإعصار واحداً من أسرع الأعاصير القمعية المسجلة في العالم. وقد وصل امتداده الأفقيّ إلى حوالى ٣٥٤ كيلومتراً بالطول و١،٦ كيلومتراً بالعرض، وسار بسرعة ٩٧ كيلومتراً في الساعة.

قصّة الإعصار القمعيّ:

يضرب معظم الأعاصير القمعية التي تحدث في الولايات المتحدة منطقة الغرب الأوسط والولايات الواقعة على خليج المكسيك. ولا يعلم العلماء تماماً لماذا تنشأ هذه الأعاصير.

يتشكّل معظم الأعاصير القمعية على طول الجبهة (الحدود) بين الهواء الجافّ والبارد المقبل من الشمال، والهواء الرطب والدافىء المقبل من خليج المكسيك. وتتشكّل منطقة ضيّقة من السحب الركامية المزنية Cumulonimbus على طول هذه الجبهة. وتخلق هذه المنطقة الغيمية، المعروفة بخطّ الرياح أو العواصف، طقساً عاصفاً يتميّز برياح شديدة مصحوبة عادة بالأمطار.

ويحدث الطقس العاصف الناتج عن خطّ

العواصف عندما ترتفع كتلة من الهواء الرطب والدافىء بسرعة كبيرة في الجوّ. ومع ارتفاع هذه الكتلة، يندفع المزيد من الهواء الدافىء ليحلّ محلّه. ويرتفع الهواء المندفع بدوره في الجوّ، وفي بعض الحالات يبدأ بالدوران. وينحوّل الهواء الدوّار إلى إعصار قمعيّ.

تحدث معظم الأعاصير القمعيّة في الربيع في فترة بعد الظهر أو المساء من يوم رطب وحارّ. تظهر غيوم رعديّة كبيرة في السماء، ويبدأ الرعد يدوّي في البعيد. وتصبح غيمة قريبة داكنةً وكثيفةً، وتبدأ الكتل المستديرة عند قاعدة الغيمة بالدوران على نفسها. ثمّ تشكّل إحدى الكتل الدوّارة غيمة قمعيّة تمتدّ تدريجيّاً باتّجاه الأرض. ويبدأ مطر غزير وبعض البَرَد بالسقوط، وتحدث ومضات من البرق. وينشأ هسيس مكتوم مع امتداد الغيمة القمعيّة باتّجاه الأرض. وإذا لامس القمع الأرض، يحرّك معه التراب والحطام. ويصبح الهسيس هديراً صاخباً. وتطيح الرياح العنيفة الدوّارة في الإعصار القمعيّ بكلّ ما يعترض طريقها.

تنتج قوّة الرفع الهائلة التي تميّز الإعصار القمعيّ عن تيّار هوائيّ قويّ صاعد داخل القمع. وقد حدث أن اقتلعت الأعاصير القمعيّة الأشجار، وقلبت حافلات القطارات، وحملت أشياء ثقيلة جدّاً كالسيّارات على مسافة مئات الأمتار.

الحماية من الأعاصير القمعيّة:

يجمع العلماء في المصلحة القوميّة للأرصاد الجويّة معلومات مستمرّة حول الطقس من جميع أنحاء الولايات المتّحدة. وإذا دلّت الأحوال الجويّة على احتمال حدوث أعاصير قمعيّة أو عواصف رعديّة عنيفة، تُصدر المصلحة تقريراً يُذاع على التلفزيون والإذاعة. وإذا اكتُشف إعصار قمعيّ، تنذر مصلحة الأرصاد الجويّة الجماعات في البلدات والمدن الواقعة في خطّ سير العاصفة. ويحدّد الإنذار موقع الإعصار القمعيّ وحجمه، والمسار الذي تتبعه العاصفة. ويمكن أن تستعمل الشرطة في المناطق المعرّضة للخطر صفّارات الإنذار لتنبيه السكّان إلى ضرورة الإحتماء. وتُكتشف الأعاصير القمعيّة من قِبل المراقبين أو بواسطة أجهزة خاصّة مثل الرادار. ويستطيع أحد الرادارات، وهو رادار دوبلر، تعيين موقع الأعاصير القمعيّة وتحديد سرعة الريح.

تؤمّن الملاجىء ضدّ العواصف أفضل حماية ممكنة ضد الأعاصير القمعيّة. ويشكّل الدور السفليّ أفضل مكان للإحتماء في حال عدم توفّر ملجأ ضدّ العواصف. وفي الدور السفليّ، يجب أن يقبع الناس تحت طاولة في الجهة التي يقترب من ناحيتها الإعصار. وعندما لا يتوفّر دور سفليّ في المبنى، يجب أن يتمدّد الناس على بطونهم على الأرض تحت طاولة أو سرير، بعيداً عن النوافذ. ويجب دائماً إخلاء المقطورات عند اقتراب إعصار قمعيّ، فهي لا توفّر أيّ حماية تُذكر ضدّ العاصفة، ويمكن أن تنقلب بسهولة أثناء مرور الإعصار. وفي العراء، يجب أن ينبطح الناس في قناة أو خندق أو وهد، إذا أمكن الأمر. ويوفّر ذلك بعض الحماية من الحطام المتطاير، لكنّه لن يحول دون سحب الإعصار الشخصَ إلى داخل القمع.

الإعصار الحلزونيّ

الإعصار الحلزونيّ هو منطقة من الضغط المنخفض في الجوّ تدور فيها الرياح باتّجاه الداخل. ويمكن أن يغطّي الإعصار الحلزونيّ مساحة تساوي نصف مساحة الولايات المتحدة. ونجد نوعاً خاصّاً وعنيفاً من الأعاصير الحلزونيّة التي يتراوح عرضها بين ٩٠ و٢,٤٠٠ متر، وتُعرف بالأعاصير القمعيّة (تورنادو).

تتميّز جميع الأعاصير الحلزونيّة بخاصّتين اثنتين: (١) يكون الضغط الجوّي في أدنى مستوياته في مركز الإعصار، و(٢) تدور الرياح لولبيّاً باتّجاه الداخل. في نصف الكرة الشمالي، تهبّ الرياح باتّجاه معاكس لاتّجاه دوران عقارب الساعة. وفي نصف الكرة الجنوبي، تهبّ الرياح الى الداخل باتّجاه دوران عقارب الساعة.

يشهد بعض المناطق في العالم عدداً كبيراً جدّاً من الأعاصير الحلزونيّة، بحيث يكون معدّل ضغط الجوّ فيها أقلّ من معدّل الضغط في بقيّة أنحاء العالم. فعلى سبيل المثال، إنّ «المنخفض الألوشن» في شمال المحيط الهادىء و«المنخفض الأيسلاندي» في شمال الأطلسيّ يشهدان ضغطاً منخفضاً خلال القسم الأكبر من فصل الشتاء. ويمكن تسمية هذه المناطق بمراكز الضغط المنخفض نصف الدائمة أو مراكز الفعل.

تترافق الأعاصير الحلزونيّة عادة بالعواصف. ويشير انخفاض الضغط الجويّ، عموماً، إلى قدوم الطقس الرديء. ولكن، في بعض الأحيان، لا يجلب الإعصار الحلزونيّ معه طقساً رديئاً، إذ أنّ طبيعة الهواء تلعب أيضاً دوراً كبيراً في تحديد الطقس. فإذا تكوّن الإعصار مثلاً، في هواء جافّ، فقد لا تتشكّل أيّ غيوم في السماء.

ينشأ الإعصار الحلزونيّ الإستوائيّ فوق المياه الإستوائيّة أو شبه الإستوائيّة. وتُعرف الأعاصير الحلزونيّة الإستوائيّة العنيفة، التي تصل سرعة الرياح فيها إلى ١١٩ كيلومتراً في الساعة، بالأعاصير المداريّة Hurricanes أو بالتيفونات، وفقاً لمكان تشكّلها. تتشكّل الأعاصير المداريّة في شمال الأطلسيّ أو في الجزء الشرقيّ من شمال الهادىء، بينما تتشكّل التيفونات في غرب الهادىء. وقد تترافق هذه العواصف برياح تصل سرعتها إلى ٢٩٠ كيلومتراً في الساعة وبأمطار رهيبة ورعد عنيف وبرق. ويتراوح الإمتداد الأفقيّ لهذه العواصف بين ٣٢٠ و٤٨٠ كيلومتراً.

وتكون الأعاصير الحلزونيّة إمّا ساخنة المركز أو باردة المركز. والأعاصير الساخنة المركز هي أعاصير يكون مركزها أسخن من أطرافها. وتكون هذه الأعاصير قليلة العمق عموماً، وتضعف في طبقات الجوّ العليا. تحدث هذه الأعاصير في الكثير من الأحوال فوق مناطق ساخنة جدّاً من اليابسة. أمّا الأعاصير الحلزونيّة الباردة المركز فتكون أبرد قرب المركز، وأسخن قرب الأطراف. ويمكن أن تكون هذه الأعاصير عميقة جدّاً، وهي أشدّ عنفاً على علوّ آلاف الأمتار في الجوّ ممّا هي عليه عند مستوى سطح الأرض.

السماء

السماء هي الجزء من الفضاء الذي تمكن رؤيته من الأرض. وتتألّف السماء من الجوّ، الذي يمتدّ مئات الكيلومترات فوق سطح الأرض. ويتكوّن الجوّ بشكل رئيسيّ من النتروجين والأكسجين، كما أنّه يحتوي على قطيرات صغيرة جدّاً من الماء وعلى بلّورات جليد على شكل غيوم وهواطل. ويمكن أن يملأ أيضاً الدخان وجسيمات الغبار والملوّثات الكيميائيّة، السماء فوق المدن.

تنتج ألوان السماء عن استطارة (تشتّت) الضوء بفعل جزيئات الغاز وجُسَيمات الغبار في الجوّ. ويتألّف ضوء الشمس من موجات ضوئيّة بأطوال موجيّة مختلفة، تُرى كلّ واحدة منها كلون مختلف. وتبدو أقصر الموجات الضوئيّة زرقاء، وأطولها حمراء. تستطير الموجات الضوئيّة الزرقاء على الفور بفعل جُسيمات صغيرة جدّاً من المادّة موجودة في الجوّ، لكنّ الموجات الضوئيّة الحمراء تنتشر دون أي تشويش، إلّا إذا ضربتها جُسيمات كبيرة الحجم.

عندما تكون السماء صافية، تستطير موجات الضوء الأزرق أكثر بكثير من موجات أيّ ضوء آخر، لذلك فإنّ السماء تبدو زرقاء اللون. وعندما تكون السماء مليئة بالغيوم المتراصّة أو بالدخان الكثيف، تستطير الموجات الضوئيّة لجميع الألوان، ما يتسبّب بتحوّل لون السماء إلى الرماديّ. عند شروق الشمس أو مغيبها، تقطع أشعّة الشمس مسافة كبيرة عبر الجوّ تفوق المسافة التي تقطعها عندما تكون الشمس عالية في السماء. وفي هاتين الفترتين، تستطير الموجات الضوئيّة لمعظم الألوان، وتعطي موجات الضوء الأحمر التي بقيت على حالها، مظهراً أحمر أو برتقاليّاً للشمس والسماء قرب الأفق.

العاصفة الثلجيّة

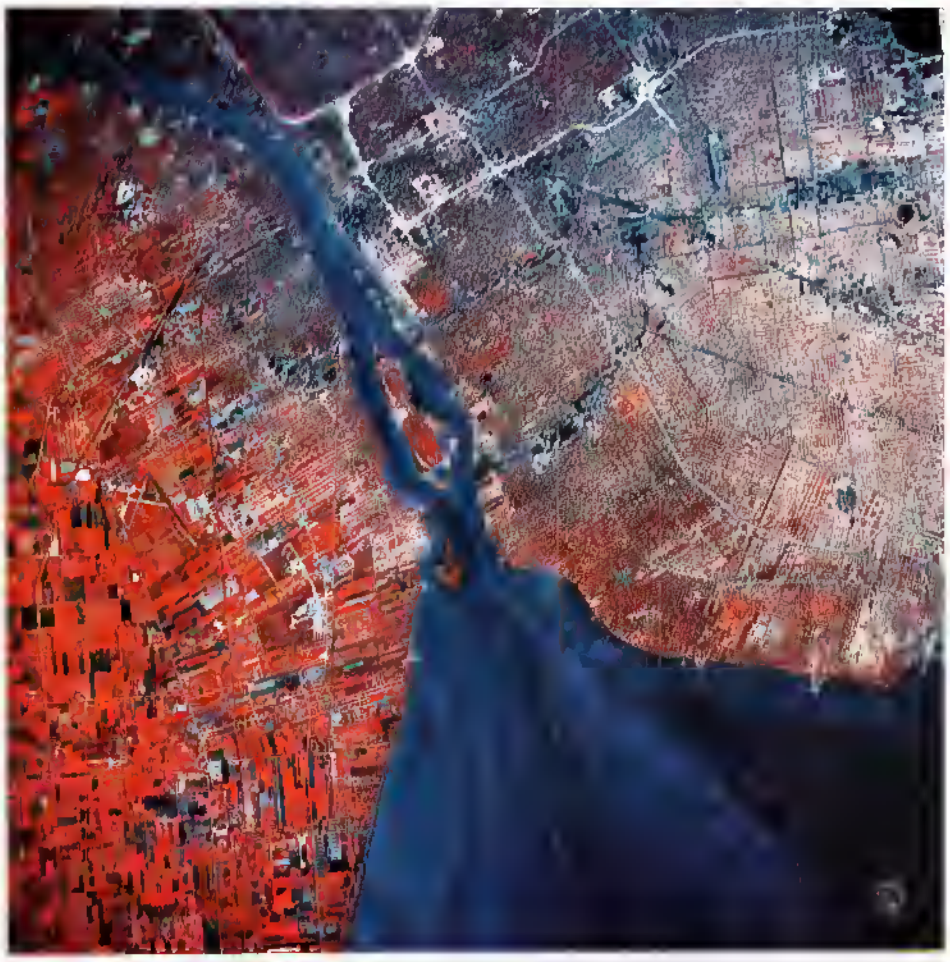
تترافق العاصفة الثلجيّة برياح قويّة وباردة. وتحدث هذه العاصفة عندما تتحرّك كتلة هوائيّة باردة من المنطقة القطبيّة الشماليّة متوجّهة إلى المنطقة المعتدلة. ويجبر الهواء البارد الثقيل الهواءَ الرطب الدافىء على الإرتفاع على طول الحدود بين الكتلتين الهوائيّتين. وتُعرف هذه الحدود بالجبهة الباردة. ويتسبّب صعود الهواء الدافىء في الجوّ بحدوث عاصفة ثلجيّة قويّة ترافقها رياح شماليّة باردة. ويحدث الكثير من العواصف الثلجيّة بعد فترة من الدفء غير الإعتيادي في فصل الشتاء.

وتحدّد المصلحة القوميّة للأرصاد الجويّة في الولايات المتحدة العاصفة الثلجيّة بأنّها سقوط كثيف للثلج مصحوب برياح تصل سرعتها إلى ٥٦ كيلومتراً أو أكثر في الساعة. وتترافق الرياح بانخفاض كبير في درجات الحرارة، التي قد تصل إلى ١٢ درجة مئويّة تحت الصفر، وبرؤية تجاور الصفر.

تحدث العواصف الثلجيّة القويّة في أغلب الأحوال في شمال السهول الكبرى في الولايات المتحدة، وفي شرق ووسط كندا، وفي أنحاء مختلفة من روسيا. ويمكن لهذه العواصف أن تكدّس أكواماً هائلة من الثلوج تعيق سير الحياة اليوميّة، وتتوقّف أحياناً جميع التنقلّات، وتقفل الشركات والمؤسسات التجاريّة أبوابها لعدّة أيّام.



الإعصار القمعيّ



صورة طوبوغرافية لمنطقة ديترويت: **تعتبر ديترويت، من ولاية ميشيجان، أحد أهم المراكز الصناعية في الولايات المتحدة. تقع ديترويت على الضفة اليمنى للنهر الذي يحمل الإسم نفسه، وتتميز المدينة بتنظيم مدينيّ منتظم شبيه بالشبكة المتسامتة، كما يظهر بوضوح في الجزء الأيمن من الصورة.**

إن التقاط الصور بالأشعة تحت الحمراء، التي تطلقها جميع الأشياء ولكن لا تدركها العين البشرية، لا يعطي نظرة مفصّلة عن التنظيم المدينيّ وحسب، بل يظهر أيضاً بوضوح المناطق الخضراء، ومختلف أنواع المحاصيل (لاحظ المناطق المزروعة في الزاوية السفلى، إلى يسار الصورة) وطبيعة المناطق المحرّجة.

في الأشعة تحت الحمراء، يبدو النبات بدرجات مختلفة من الأحمر، ما يظهر مدى امتداد أي نوع من التلوّث.

المسح الجوّي

المسح الجوّي Aerial Survey دراسة لسطح الأرض تستخدم صوراً مأخوذة من الطائرات. يُستخدم المسح الجوّي في صناعة الخرائط وإجراء الدراسات الزراعية والبيئية وفي العمليات العسكريّة. وتُطلق تسمية مقياس التصوير المساحيّ Photogrammetry على أحد فروع المعرفة الذي يُجري قياسات دقيقة جداً للارتفاع والمساحة والمسافة والحجم، بناءً على الصوَر الجويّة، ثمّ يستخدم هذه القياسات لإنشاء خرائط طبيعية مفصّلة. واليوم، بات معظم سطح الأرض مسجّلاً على خرائط مبنيّة على المسح الجوّي.

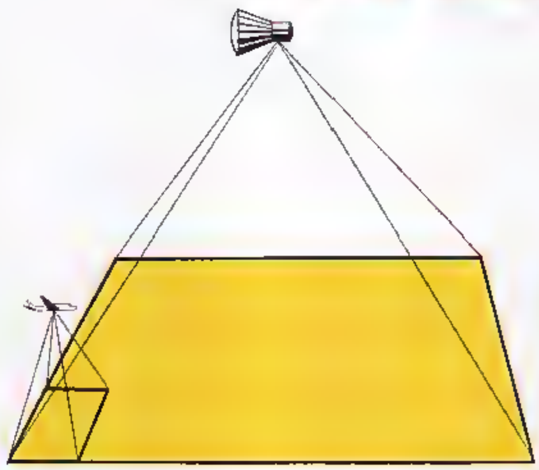
ويعدّ المسح الجوّي نوعاً من أنواع الجسّ عن بعد. فالمجسّات العاملة عن بعد هي أجهزة تجمع المعلومات حول جسم أو منطقة من مكان بعيد. وتستخدم كاميرات رسم الخرائط أفلاماً كبيرة الحجم، وقادرة على تبيين أجسام لا يزيد عرضها عن بضعة أمتار، وذلك من ارتفاعات تزيد عن ١٩ كيلومتراً.

وقد ساهمت الأفلام الملوّنة وتلك اللاقطة للأشعة تحت الحمراء في توسيع مجالات المسح الجوّي. فالأفلام اللاقطة للأشعة تحت الحمراء أكثر حساسيّة بكثير من العين المجرّدة، إذ بإمكانها التقاط الطاقة غير المرئية المنعكسة من الأجسام، وذلك ضروريّ لجمع المعلومات حول الحياة النباتية. وتُستخدم الكومبيوترات بكثافة في عمليات المسح الجوّي، فهي تُحسّن من نوعيّة الصُور المنفصلة وتزيد من حجم المعلومات التي توفّرها هذه الصور للعلماء.

ويستخدم علماء المسح الجوّي آلات تصوير رقميّة Digital Cameras تنقل الصور مباشرة على أقراص الكومبيوتر، كما يلجأون أحياناً كثيرة إلى آلات تصوير الفيديو في التقاط الصور الجوّية. وعلى عكس الصور الفوتوغرافية التقليديّة، يمكن لآلات التصوير الرقمية وآلات تصوير الفيديو أن تنتج صوراً يمكن مشاهدتها بعد تصويرها مباشرةً.

بدأ المسح الجوّي منذ أواسط القرن التاسع عشر، إلّا أنّه لم يستخدم على نطاق واسع حتى الحرب العالميّة الأولى (١٩١٤ - ١٩١٨)، عندما وُضعت آلات التصوير على طائرات التجسّس. وتنوّعت التطبيقات العسكريّة للمسح الجوّيّ مع حلول الحرب العالمية الثانية (١٩٣٩ - ١٩٤٥) التي تبعها تطوّر تكنولوجيّ كبير على صعيد صناعة الطائرات وآلات التصوير والأفلام. وقد أجرت حكومة الولايات المتحدة في الثلاثينات والأربعينات عمليات مسح جوّيّ لمناطق واسعة في البلاد ضمن برامج الحفاظ على التربة وإدارة الغابات.

ويجري البرنامج الوطني للتصوير الجوّيّ The National Aerial Photography Program (NAPP)، الذي تموّله عدّة وكالات فدراليّة في الولايات المتحدة، مسحاً جويّاً منتظماً لأراضي هذه الدولة. وتُستخدم صُوَر هذا البرنامج لرسم الخرائط الطوبوغرافية، والتنظيم المدني ورسم الخرائط الجيولوجية وخرائط التربة والاستطلاع العسكريّ وإدارة الغابات وتقدير حجم الكوارث، إضافة إلى عدد كبير من الأغراض الزراعية.



التصوير الفوتوغرافي من الفضاء (أعلاه): **يوضح الرسم البياني قيمة الصورة الفوتوغرافية المأخوذة من جسم يدور حول الأرض وفعاليتها. يمكن لصورة واحدة أن تغطي مساحة تتطلّب مئات الصور الجوّية التقليديّة، مع ما يرافقها من مشاكل صعبة يسببها تشوّه الصور المحتوم. في سبيل تحويل الصور إلى خرائط، من الضروري وضع شبكة من النقاط تعرف إحداثياتها بشكل دقيق. تستعمل لهذه الغاية أقمار «جيوديسيّة»، تسمح بإجراء قياس سريع ودقيق للمسافات، وهذا شرط أساسي لرسم خرائط بالغة الدقة.**

جبل الإتنا (إلى اليسار): **تظهر هذه الصورة المأخوذة من المختبر الفضائي سكايلاب، الذي يدور حول الأرض، جزءاً من ساحل صقلية الشرقي. في يمين الصورة، تظهر بوضوح كتلة الإتنا المخروطية الشكل. والإتنا هو أعلى بركان في أوروبا، وهو لا يزال ناشطاً، كما يظهر من الدخان الرقيق المتموّج الذي يخرج من الفوهة (أ). يسمح التصوير بالأشعة تحت الحمراء بتمييز سيول اللابة (الحمم) البركانية المختلفة على جوانب البركان؛ تظهر أحدث السيول باللون الأزرق الداكن (ب)، وهي تتباين بشكل واضح عن السيول القديمة والرماد البركانيّ ذات اللون الأحمر (ج). تبدو كاتانيا، أكبر بلدة واقعة عند أسفل الإتنا، كلطخة زرقاء على جنب السهل الذي يحمل الإسم نفسه (د). في يمين الصورة، يظهر طرف جبال إيبلاي ويبرز عدد كبير من البحيرات، منها بحيرة بوزيلو، بسبب لونها الأزرق الداكن.**

علم الخرائط

الخريطة تمثيل لمنطقة جغرافيّة، هي عادة جزء من سطح الأرض، يُرسم أو يُطبع على سطح منبسط. وفي معظم الأحوال، تشكّل الخريطة تمثيلاً بيانياً لا تصويرياً للأرض؛ وتحتوي الخريطة عادة على عدد من المصطلحات المسلّم بها عموماً، التي تشير إلى المعالم الطبيعيّة أو الإصطناعيّة أو الثقافيّة المختلفة في المنطقة التي تغطّيها الخريطة.

أنواع الخرائط

يمكن استعمال الخرائط لأغراض كثيرة مختلفة، ما أدّى إلى وضع عدّة أنواع من الخرائط المتخصّصة.

الخرائط الطوبوغرافية

إضافة إلى تبيان المواقع العامّة والحدود السياسيّة، تصوّر الخرائط الطوبوغرافيّة جيولوجيّاً منطقة معيّنة ومعالمها المميّزة. وينطوي هذا النوع من الخرائط على الكثير من الفائدة. فعلى سبيل المثال، يستعمل معظم هواة التخييم والسير خرائط طوبوغرافيّة لإيجاد طريقهم في البرّية وتحديد خطّ سيرهم، مع أخذ العوائق ومعالم الأرض في الإعتبار. وإذا حدث وضلّوا الطريق، يستطيعون إيجاد اتجاهاتهم الزاوية من جديد بوضع خريطتهم وبوصلتهم في اتجاه معلم بارز شاهدوه في الجوار. ويشير المفتاح الذي تشتمل عليه الخريطة إلى مقاييس المسافة والرموز أو المصطلحات الخاصّة (لمعالم مثل السكك الحديدية والمدارس ومهابط الطائرات وخزّانات المياه) المستعملة في وضع الخريطة. وبوجه العموم، يشير اللون الأخضر في الخريطة الطوبوغرافيّة إلى الغابات أو النبات، فيما يدلّ اللون الأبيض على المناطق الخالية من النبات. وتشير مجموعة من الخطوط البنيّة اللون إلى الجبال والتلال، وتبيّن الإرتفاع والتحدّر النسبي. يمثّل كلّ خطّ وحدة ارتفاع محدّدة؛ وحيث تكون الخطوط شديدة التقارب، تكون الأرض شديدة التحدّر.

الخرائط الموضوعيّة Thematic، أو المتخصّصة

من أهمّ الخرائط المتخصّصة نذكر الخرائط الهيدروغرافيّة وخرائط الملاحة الجويّة. تُستعمل الخرائط الهيدروغرافية لملاحة السفن، وتغطّي سطح المحيطات وغيرها من الأجسام المائيّة الكبيرة وشطآنها. وفي الجزء المائي من الخريطة، يُبيَّن العمق على مسافات فاصلة صغيرة بطبع عدد قامات (ج. قامة = مقياس لعمق الماء يساوي ٦ أقدام أو ١٨٢,٨٨ سنتيمتراً) الماء في حالة الجزر. تُحاط المناطق الضحلة بخطّ أو تُظلّل لتصبح أكثر وضوحاً، كما تُبيَّن حدود القنوات الموصلة بين بحرين باستعمال الخطوط. وتُظهر الخريطة أيضاً نوع القعر، مثل الرمل أو الوحل أو الصخر. ومن السمات الهامّة في هذه الخرائط المواقع الدقيقة للمنارات والطافيات



(ج. طافية = عوّامة لإرشاد السفن) وغيرها من مساعدات الملاحة. والمعالم الساحلية الوحيدة الأخرى التي تظهر على الخريطة البحريّة هي معالم مثل الأبنية العالية أو القمم البارزة، التي قد يحتاج الملاّح للارتكاز عليها. وتشبه خرائط الملاحة الجويّة المستعملة فوق اليابسة الخرائط الطوبوغرافية إلى حدّ ما، لكنها تحمل إضافة إليها موقع المرشدات اللاسلكيّة (لهداية الطائرات) والخطوط الجويّة والمناطق التي تغطّيها حُزم منارات الإرشاد اللاسلكيّ.

ومن الخرائط المتخصّصة الأخرى، نجد خرائط سياسيّة لا تُظهر سوى البلدات والتقسيمات السياسيّة من دون المعالم الطوبوغرافيّة؛ والخرائط الجيولوجية التي تُظهر البنية الجيولوجيّة لمنطقة معيّنة؛ والخرائط التي تبيّن التوزيع الجغرافيّ للمحاصيل واستعمال الأرض وكميّة المطر والسكّان؛ والمئات من أنواع المعطيات الإجتماعيّة والعلميّة الأخرى. وتشكّل الخريطة المجسّمة نوعاً مفيداً آخر من الخرائط، وهي نموذج ثلاثيّ الأبعاد يمثّل سطح منطقة معيّنة بتضاريسه. تُنحت هذه الخرائط عموماً من الصلصال أو من جصّ (جبس). ولإبراز التضاريس، يُستعمل في الخرائط المجسّمة مقياس عموديّ أكبر بعدّة مرات من المقياس الأفقي. ويمكن صنع هذه الخرائط أيضاً برصّ ألواح بلاستيكيّة في قالب. وتُستعمل الخرائط المجسّمة على نطاق واسع في التخطيط الحربيّ والهندسيّ.

عناصر الخريطة الأساسية

لكي يتمكّن مستعمِل الخريطة من قراءة كميّة كبيرة من المعلومات بسهولة، يجب استعمال نظام من الرموز الإصطلاحيّة. وقد أصبح الكثير من الرموز الشائعة الإستعمال مسلّماً به بشكل عام أو إنّها سهلة الفهم. وهكذا، فإنّ المدن والبلدات تُعيّن بنقاط أو رقع مظلّلة؛ وغالباً ما **نطبع الأنهار والأجسام المائيّة باللون الأزرق؛ وتُبيّن الحدود السياسيّة بأشرطة ملوّنة أو خطوط منقطة**. إلّا أنّ الخرائطي، أو واضع الخرائط، يستطيع أيضاً ابتكار مجموعة كبيرة منوّعة من الرموز لتلبية حاجات مختلفة. فعلى سبيل المثال، يمكن استعمال نقطة أو رمز معيّن للدلالة على وجود ١٠,٠٠٠ رأس من الأبقار، أو معولَين متصالبين لتعيين موقع منجم. وتُحدّد الرموز المستعمَلة في الخريطة في مفتاح الخريطة.

الشبكة الجغرافية

في سبيل تحديد موقع معلم معيّن على خريطة، أو لوصف امتداد منطقة ما، من الضروريّ الرجوع إلى شبكة الخريطة الجغرافيّة. وتتألّف هذه الشبكة من خطوط طول وخطوط عرض. ووفقاً للإصطلاح المتفق عليه، يُحدّد الطول الجغرافي بـ ١٨٠° شرقاً و ١٨٠° غرباً من **خطّ صفر درجة الذي يمرّ في جرينتش في انجلترا**. ويُحدّد العرض الجغرافي بـ ٩٠° شمالاً و ٩٠° جنوباً من خطّ الإستواء الذي يُعتبر خطّ العرض صفر درجة. يمكن تحديد موقع أي نقطة على الخريطة بشكل دقيق، بإعطاء عدد الدرجات والدقائق والثواني المحدّدة للطول والعرض الجغرافيين. وتوضع الخرائط عادة بحيث يأتي الشمال الحقيقيّ في أعلى الصفحة، وتزوّد بقرص بوصلة أو بدليل آخر على الإنحراف المغنطيسيّ.

المقياس

يمثّل المقياس الذي تُرسم به الخريطة نسبة المسافة بين نقطتين على سطح الأرض إلى المسافة بين النقطتين المقابلتين لهما على الخريطة. ويُبيّن المقياس عادة بالأرقام، **مثل ١:١٠٠,٠٠٠، ويعني أنّ وحدة قياس واحدة على الخريطة (١ سنتيمتر مثلاً) تمثل ١٠٠,٠٠٠ وحدة مماثلة على سطح الأرض**. وتُعرف أيضاً الخريطة الموضوعة بهذا المقياس بخريطة السنتيمتر إلى الكيلومتر. يُبيَّن المقياس على معظم الخرائط في الهامش، وكثيراً ما تُزوّد الخريطة بخطّ مقسّم يُظهر طول وحدات المقياس، **مثل ١ و ٥ و ١٠ كم أو ميل**، أو كليهما، على المنطقة الأصلية. تختلف المقاييس المستعملة في الخرائط اختلافاً كبيراً. إنّ الخرائط الطوبوغرافية، مثل خرائط الولايات المتحدة التي تصدرها دائرة المسح الجيولوجيّ في الولايات المتحدة، توضع عادة بمقياس ١:٦٢,٥٠٠ (حوالى ١ للميل الواحد). وتُستعمل للأغراض العسكريّة مقاييس كبيرة تصل إلى ١:١٥,٨٠٠. منذ أوائل القرن العشرين، يتعاون عدد من الدول على وضع خريطة معياريّة للعالم بمقياس ١:١,٠٠٠,٠٠٠ وما فوق. (راجع مثلاً خريطة رقم ٢٥ – ٢٩ – ٤٥).

التضاريس

إنّ الارتفاعات المتفاوتة للتلال والجبال والأعماق المتغيّرة للوديان والشعاب، كما تظهر على الخريطة الطوبوغرافية، هي ما يُعرف **بالتضاريس**؛ وإذا لم تُمثّل التضاريس بشكل مناسب، لا تعطي الخريطة صورة واضحة عن المنطقة التي تمثّلها. في الخرائط الأولى، غالباً ما كانت التضاريس تُمثّل برسوم صغيرة للجبال والوديان، لكنّ هذه الطريقة غير دقيقة على الإطلاق، وقد استُبدلت بشكل عام بنظام من خطوط المناسيب. وتمثّل خطوط المناسيب النقاط المتساوية الإرتفاع في المنطقة المرسومة في الخريطة. ويمكن أن تُحدّد المسافة المناسيبيّة التي يتم اعتمادها بأي وحدة كانت، وفقاً لمقدار التضاريس ومقياس الخريطة، كـ ٥٠ متراً مثلاً؛ ويقوم الخرائطيّ عند رسم الخريطة بوصل جميع النقاط على ارتفاع ٥٠ متراً فوق مستوى سطح البحر، ثمّ يصل النقاط الواقعة على ارتفاع ١٠٠ متر ببعضها البعض، والنقاط الواقعة على ارتفاع ١٥٠ متراً، وهلمّ جرّاً. توفّر أشكال خطوط المناسيب تمثيلاً صحيحاً لأشكال التلال والمنخفضات، وتُظهر الخطوط نفسها الإرتفاعات الحقيقيّة. تدلّ خطوط المناسيب القليلة التباعد على منحدرات شديدة التحدّر.

وتشمل الطرق الأخرى لتعيين الإرتفاع استعمال الألوان والأرقان (ج: رَقْن = خطوط قصيرة متوازية) أو الظلال. عندما تُستعمل الألوان لتعيين الإرتفاع، يتم اختيار سلسلة مندرّجة من الألوان لتلوين المناطق المتساوية الإرتفاع؛ فعلى سبيل المثال، **تلوّن جميع الأراضي الواقعة بين صفر و ١٠٠ متر فوق مستوى سطح البحر بدرجة فاتحة من الأخضر، وجميع الأراضي بين ١٠٠ و ٢٠٠ متر بدرجة أغمق، وهلمّ جرّاً. تُستعمل الأرقان لإظهار المنحدرات؛ وكلّما اشتدّ التحدّر، تُرسم الأرقان أقرب إلى بعضها البعض وبخطوط متزايدة الغلاظة**. وكثيراً ما يقتصر الترقين أو التظليل على المنحدرات الجنوبيّة الشرقيّة، ما يعطي، نوعاً ما، تأثير النظر من علٍ (نظرة عامّة) للمنطقة المضاءة بأشعّة قادمة من الشمال الغربيّ. إنّ الظلال أو الأرقان المنفّذة بدقة (وهي لا تعطي الإرتفاع عن مستوى سطح البحر) أسهل للتفسير من خطوط المناسيب، وهي تُستعمل أحياناً معها لمزيد من الوضوح.

الإسقاطات الخرائطيّة

لتمثيل كامل سطح الأرض دون أيّ نوع من التشويه، يجب أن يكون سطح الخريطة كرويّاً؛ وتُعرف الخريطة من هذا النوع بالكرة الجغرافيّة. لا يمكن للخريطة المسطّحة أن تمثّل بشكل صحيح ودقيق السطح المدوّر للأرض، إلّا بالنسبة لمناطق صغيرة جدّاً حيث يُعتبر التقوّس تافهاً. ولإظهار أجزاء كبيرة من سطح الأرض أو لإظهار مناطق متوسّطة الحجم بدقّة، يجب رسم الخريطة بطريقة تحقّق تسوية بين تشويهات المساحة والمسافة والاتجاه. في بعض الحالات، قد يختار واضع الخرائط الدقّة في إحدى هذه الخاصيات مع تشوّه الخاصيتين الأخريين. وتُعرف الطرق المختلفة المستعملة في وضع خريطة مسطّحة لسطح الأرض بالإسقاطات وتُصنّف كإسقاطات هندسيّة أو تحليليّة، وفقاً لتقنية وضعها. تُصنّف الإسقاطات الهندسيّة وفقاً لنوع السطح الذي تُرسم عليه الخريطة: مثل الأسطوانات أو المخاريط أو السطح المستوي؛ وتُعرف أيضاً الإسقاطات على السطوح المستوية بالإسقاطات السمتيّة. توضع الإسقاطات التحليليّة بواسطة الحساب الرياضيّ.

الإسقاطات الأسطوانيّة

عند وضع الإسقاط الاسطوانيّ، يعتبر الخرائطيّ سطح الخريطة أسطوانة تحيط بالكرة الجغرافيّة وتلمسها عند خطّ الاستواء. تُمدّ خطوط العرض من الكرة الجغرافيّة نحو الخارج، على نحو موازٍ لخطّ الإستواء، كما لو أنّ مستويات متوازية تقطع الاسطوانة. نظراً لانحناء الكرة الجغرافيّة، تصبح خطوط العرض الأقرب إلى القطبين، عند إسقاطها على الأسطوانة، أكثر فأكثر تقارباً في ما بينها؛ وتُمثّل خطوط الطول المسقَطة بخطوط مستقيمة متوازية، تتعامد مع خطّ الإستواء وتمتدّ إلى القطبين الشماليّ والجنوبيّ. بعد الإنتهاء من الإسقاط، يُفترض قدّ الاسطوانة عموديّاً وبسطها. وتمثّل الخريطة التي يتمّ الحصول عليها سطح الأرض على هيئة مستطيل ذي خطوط طول متساوية التباعد وخطوط عرض لامتساوية التباعد. يتزايد تشوّه أشكال المناطق في الإسقاط الأسطوانيّ مع الإقتراب من القطبين، لكنّ علاقة الحجم بين المساحات على الخريطة مساوية لعلاقة الحجم بين المساحات على الكرة الجغرافيّة.

إنّ إسقاط مركاتور (أو الإسقاط المركاتوري)، الذي وضعه الجغرافيّ الفلمنكيّ جرهاردوس مركاتور، قريب من الإسقاط الأسطوانيّ، مع بعض التعديلات. تتميّز خريطة مركاتور بالدقّة في المناطق الإستوائيّة، لكنها تشوّه المساحات إلى حدّ بعيد في المناطق البعيدة عن خطّ الإستواء. إلّا أنّ هذه الخريطة تُظهر الإتجاهات بشكل دقيق، وهي ميزة قيّمة جداً في الملاحة. إنّ كلّ خطّ يقطع خطّين أو أكثر من خطوط الطول في الزاوية نفسها يظهر في خريطة مركاتور كخطّ مستقيم. يُعرف مثل هذا الخطّ بخطّ الإتجاه الثابت، ويمثّل خطّ سير السفينة أو الطائرة التي تتبع اتجاهاً بوصليّاً ثابتاً. باستعمال خريطة مركاتور، يستطيع الملاّح تحديد وجهته بمجرّد رسم خطّ بين نقطتين وقراءة اتجاه البوصلة من الخريطة.

الإسقاط السمْتيّ

تنشأ هذه المجموعة من الإسقاطات عن إسقاط الكرة الجغرافيّة على سطح مستوٍ يمكن أن يكون مماساً Tangent له في أي نقطة كانت. وتشمل هذه المجموعة الإسقاطات المنبسطة الميليّة والمتعامدة والإستريوغرافيّة. ونجد نوعين آخرين من الإسقاطات المنبسطة، يُعرفان بالإسقاط السمتيّ المتساوي المساحة والإسقاط السمتيّ المتساوي البعد، لا يمكن إسقاطهما لكنّهما يوضعان في مستوى تماسيّ. يتشكّل الإسقاط الميليّ من أشعّة يُفترض أنّها تُسلّط من مركز الأرض. وفي الإسقاط المتعامد، يوضع مصدر الأشعّة في اللانهاية، وتشبه الخريطة الناتجة عن هذا الإسقاط الأرض كما تبدو، إذا ما صُوّرت من الفضاء الخارجي. وفي الإسقاط المتعامد، يقع مصدر الأشعّة المسقِطة في نقطة مواجهة تماماً للنقطة التماسية للمستوى الذي يجري عليه الإسقاط.

تختلف طبيعة الإسقاط وفقاً لمصدر الأشعّة المسقِطة. وهكذا، فإنّ الإسقاط الميليّ يغطّي مساحات أصغر من أحد نصفي الكرة، بينما يغطّي الإسقاط المتعامد نصف كرة، ويغطّي كلّ من الإسقاط السمتيّ المتساوي المساحة والإسقاط الإستريوغرافيّ مساحات أكبر، فيما يشمل الإسقاط السمتيّ المتساوي البعد الكرة الأرضيّة بكاملها. ولكن، في جميع هذه الأنواع من الإسقاطات (باستثناء الإسقاط السمتيّ المتساوي البعد)، يتوقّف الجزء من الأرض الذي يظهر في الخريطة، على النقطة التي يمسّ فيها المستوى الوهميّ سطح الأرض. فإذا وضعنا خريطة بإسقاط منبسط مع مسّ المستوى للأرض عند خطّ الإستواء، نحصل على خريطة تمثّل المنطقة الإستوائيّة، ولكنّها لا تُظهر المنطقة بكاملها في خريطة واحدة؛ أمّا إذا كان المستوى ماسّاً في أحد القطبين فتمثّل الخريطة المنطقة القطبيّة المحيطة به.

نظراً إلى وجود مصدر الإسقاط الميليّ في مركز الأرض، تُمثّل جميع الدوائر الكبيرة (خطّ الاستواء وخطوط الطول وجميع الدوائر الأخرى التي تقسم الأرض إلى قسمين متساويين) بشكل خطوط مستقيمة. إنّ الدائرة الكبيرة التي تصل مطلّق نقطتين على سطح الأرض هي دائماً أقصر مسافة بين هاتين النقطتين. وتقدّم الخريطة الميليّة بالتالي مساعدة كبرى في الملاحة عندما تُستعمل بالإشتراك مع خريطة مركاتور.

الإسقاطات المخروطيّة

في تحضير الإسقاط المخروطيّ يُفترض وضع مخروط فوق القطب الشماليّ. وبعد إتمام الاسقاط، يُشقّ المخروط عموديّاً ويُبسط لتشكيل سطح مستوٍ. يمسّ المخروط الكرة الأرضيّة في جميع النقاط على خطّ عرض واحد، وتتميّز الخريطة الناتجة عن هذا الإسقاط بدقّة متناهية بالنسبة لجميع المناطق الواقعة قرب خطّ العرض المذكور، لكنّها تُشوّه بشكل متزايد في المناطق الأخرى، وذلك على نحو متناسب طرداً مع بعد المنطقة عن خطّ العرض المعياريّ.

ولتحقيق دقّة أكبر في التمثيل، يفترض إسقاط لامبرت المخروطيّ المتطابق استعمال مخروط يمرّ عبر جزء من سطح الأرض، فيقطع خطّي عرض مختلفين. ونظراً إلى أنّ الخريطة الناتجة عن هذا الإسقاط دقيقة وصحيحة التمثيل في المناطق المجاورة تماماً لخطّي العرض، يكون تمثيل المنطقة الواقعة بين

خطّي العرض المقياسيين أقلّ تشوّهاً من تمثيل هذه المنطقة نفسها بطريقة الإسقاط المخروطيّ الذي يرتكز على خطّ عرض واحد.

ويشكّل الإسقاط المتعدّد المخاريط إسقاطاً معقّداً جداً، تُستعمل فيه مجموعة من المخاريط يمسّ كلّ منها الكرة الأرضيّة عند خطّ عرض مختلف، وحيث لا تُستعمل سوى المنطقة المجاورة تماماً لكلّ خطّ عرض. عن طريق جمع نتائج مجموعة الإسقاطات المخروطيّة المحدودة، يمكن وضع خريطة تمثّل منطقة شاسعة بدقّة بالغة. ونظراً إلى أنّه لا يمكن جعل أي مخروط يمسّ الكرة الأرضيّة في المناطق الإستوائيّة والقطبيّة، تُستعمل الإسقاطات المخروطيّة المختلفة لوضع خرائط تمثّل مناطق صغيرة نسبيّاً في المناطق المعتدلة. وتوفّر الخرائط المتعدّدة المخاريط تسوية جيّدة في تمثيل المساحة والمسافة والإتّجاه بالنسبة للمناطق الصغيرة.

الحساب الرياضي

للحصول على رسم صحيح ودقيق لمناطق كبيرة بمقياس صغير، وضع عدد من «الإسقاطات» بالطريقة الرياضيّة. وتمثّل الخرائط المرتكزة على الحساب الرياضيّ كامل سطح الأرض في شكل دوائر أو أشكال بيضويّة أو غيرها. وفي الخرائط الموضوعة للإستعمالات الخاصّة، غالباً ما لا تُرسم الأرض في الشكل الأصليّ للإسقاط بل في أجزاء متّصلة غير منتظمة. وتُعرف الخرائط من هذا النوع بالإسقاطات المتقطّعة، وتشمل إسقاط «جود» المتقطّع المتماثل وإسقاط «إكيرت» المتساوي المساحة.

رسم الخرائط

إستفاد رسم الخرائط، أو الخرائطيّة، إلى حدّ بعيد، من التقدّم التكنولوجيّ الذي حصل منذ الحرب العالميّة الثانية. إنّ استعمال تقنيات الإستشعار عن بعد هي ربّما أهمّ ما استُحدث في الخرائطيّة؛ وتسمح هذه التقنيات بجمع المعطيات حول جسم أو شيء معيّن من دون لمسه. ومن الأمثلة على ذلك، التصوير الجوّي (بما في ذلك التصوير بالأشعّة تحت الحمراء) والتصوير بواسطة القمر الصناعيّ. وقد سمح التثليث بالقمر الصناعيّ بخفض هامش الخطأ إلى حدّ بعيد في تحديد الموقع الصحيح للنقاط على سطح الأرض. وقد شكّل استعمال الكومبيوتر في رسم الخرائط أحد أهمّ الوسائل المستحدثة.

المراقبة

ترتكز الخرائط الحديثة على مسح دقيق يغطّي المواقع والعلائق الجغرافيّة الخاصّة بعدد كبير من النقاط في المنطقة الممثّلة في الخريطة. وتستعمل اليوم جميع الخرائط الأصليّة تقريباً الصور الجوّيّة، إضافة للمعلومات التي يوفّرها مسح الأرض التقليديّ. ويمكن للصور المأخوذة من الأقمار الصناعيّة أن تقدّم كمّيّة كبيرة من المعلومات حول المعالم المختلفة على سطح الأرض، بما في ذلك موقع التراكمات المعدنيّة ومدى امتداد المناطق المدينيّة وأمراض النبات وأنواع التربة.

الجمع والنسخ

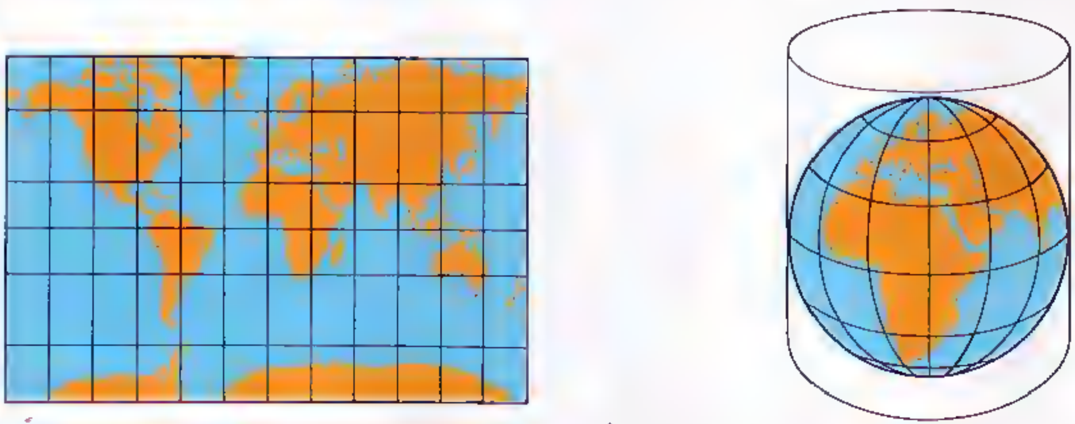
بعد جمع المعطيات اللازمة، يجب التخطيط بعناية لوضع الخريطة بما يتناسب مع استعمالها النهائيّ، بحيث تُقدّم جميع المعلومات المتّصلة بالموضوع بشكل واضح ودقيق. بعد ذلك، تُستعمل نتائج المسح والصور لوضع عدد كبير من النقاط على شبكة من الخطوط المتقاطعة تتوافق مع الإسقاط الذي تمّ اختياره لرسم الخريطة. تُحدّد الإرتفاعات وتُرسم خطوط المناسيب مباشرة، في حال استُخدمت، من أزواج من الصور الاستريوسكوبيّة (أو المجْساميّة) باستعمال أجهزة معقّدة جداً مثل جهاز الإرسال المضاعف. وتُرسم أيضاً الطرقات ومجاري الأنهار بالطريقة نفسها. ويبدأ التحضير النهائيّ لطبع الخريطة بصنع مجموعة من الصفائح، كلّ صفيحة منها لأحد الألوان المستعملة في الخريطة. وتتكوّن هذه الصفائح من البلاستيك المطليّ بطبقة غير منفذة للضوء؛ تُحفر الخطوط والرموز على السطح بواسطة أداة حفر حادّة تزيل الطلاء غير المنفذ. وتشكّل كلّ واحدة من هذه الصفائح صورة سلبيّة يُصنع منها لوح ليتوغرافي (طباعيّ حجريّ).

في نوع آخر من الخرائط، هي الخرائط الفوتوغرافيّة المستقيمة، يتشكّل جسم الخريطة من صور فوتوغرافيّة حقيقيّة. وتتألّف هذه الخريطة من فسيفساء مكوّنة من أجزاء من صور فوتوغرافيّة جوّيّة مضمومة إلى بعضها البعض بدقّة وعناية، بعد تغييرها باستعمال آلة للتصوير الفوتوغرافي المستقيم لإلغاء التشويه المقياسيّ والزاويّ. في السبعينات، أُحرز تقدّم كبير في الخرائط المولّدة بالكومبيوتر. يمكن خزن المعطيات حول إحداثيّات منطقة جغرافيّة وحول توزيع الظواهر الإحصائيّة في المنطقة. ويسمح جهاز مثل المخطاط ذي المنحى المتّصل للكومبيوتر برسم خرائط دقيقة مستندة إلى المعطيات المخزونة. ويمكن أيضاً عرض الخرائط المولّدة بالكومبيوتر على شاشة تلفزيونيّة، حيث يستطيع عامل الكومبيوتر بسهولة إجراء تعديلات على المحتوى. ونظراً إلى أنّه يمكن خزن هذه الخرائط في الكومبيوتر، فإنّها توفّر صورة متحرّكة للتغيير خلال فترة معيّنة من الزمن.

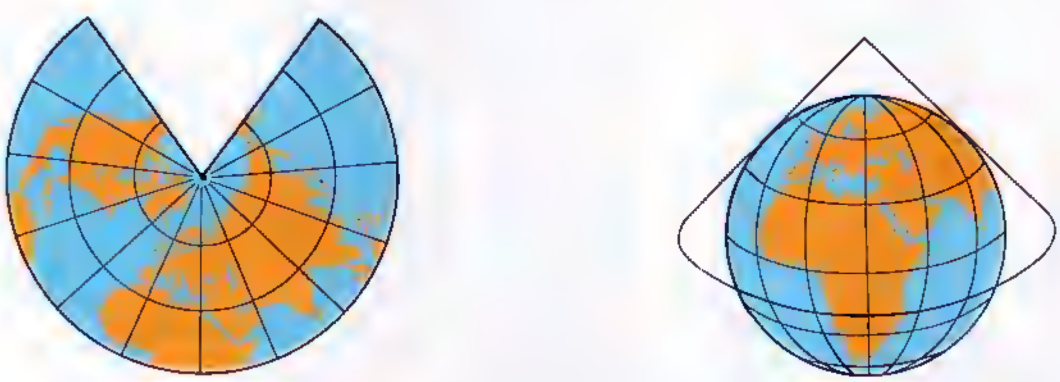
تاريخ الخرائط

وُضعت أقدم الخرائط المعروفة حوالى ٢٣٠٠ قبل الميلاد على يد البابليّين. وقد حُفرت هذه الخرائط على ألواح صلصاليّة، وشكّلت في القسم الأكبر منها مسحاً للأراضي استُعمل لفرض الضرائب. وقد وُجدت في الصين خرائط اقليميّة أكثر امتداداً، ومرسومة على الحرير، تعود إلى القرن الثاني قبل الميلاد. ويبدو أن القدرة والحاجة إلى رسم الخرائط ظاهرة عالميّة. ومن أكثر أنواع الخرائط البدائيّة إثارة للإهتمام، نذكر خريطة القصب البحريّة التي صنعها سكّان جزر مارشال في جنوب المحيط الهادىء. وتتكوّن هذه الخريطة من شبكة من ألياف القصب مرتّبة بحيث تبيّن موقع الجزر. وكان فنّ رسم الخرائط متطوّراً جداً في حضارتي المايا والإنكا، وقد وضع شعب المايا بدءاً من القرن الثاني عشر للميلاد، خرائط للأراضي التي فتحوها.

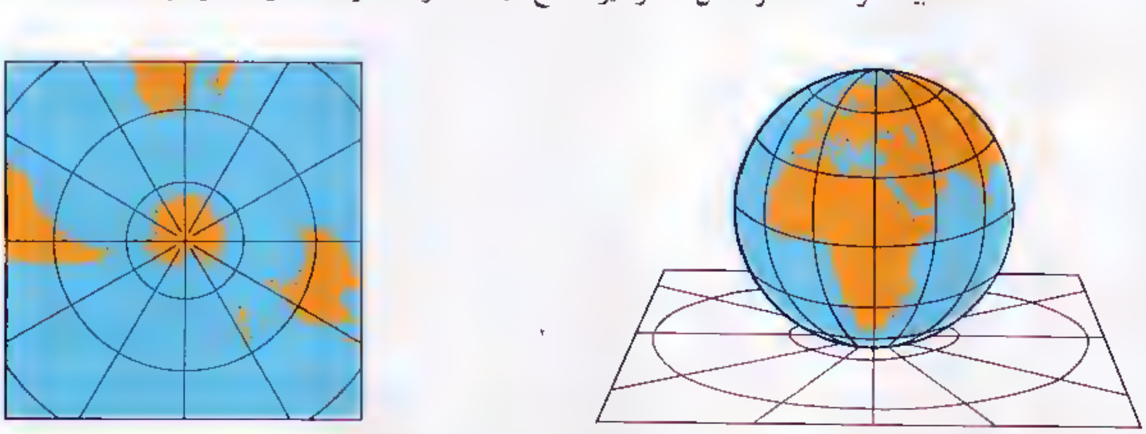
الإسقاط الأسطوانيّ: **إذا ما افترضنا أسطوانة من الورق ملفوفة حول كرة جغرافيّة مضاءة، يكون الإسقاط على الأسطوانة شبيهاً بخريطة أسطوانيّة الإسقاط. ويكون شكل القارّات، قرب وسط الأسطوانة، خالياً نسبيّاً من التشوّه، فيما تمتدّ المناطق القريبة من القطبين على نحو غير متناسب، مثلما هي الحال في الخريطة الأسطوانيّة الإسقاط.**



الإسقاط المخروطيّ: **إذا ما افترضنا مخروطاً من الورق موضوعاً فوق كرة جغرافيّة مضاءة، يكون الإسقاط على المخروط شبيهاً بخريطة مخروطيّة الإسقاط. ولا تشهد هذه الخريطة أيّ تشوّهات تُذكر في المناطق المتوسّطة البعد عن خطّ الإستواء، وهي مفيدة لدراسة البلدان، مثل بعض بلدان أوروبا، التي تقع في هذه المناطق.**



الإسقاط السمتيّ: **إذا ما افترضنا قطعة من الورق تمسّ كرة جغرافيّة مضاءة في نقطة واحدة، يكون إسقاط الكرة على الورق شبيهاً بخريطة سمتيّة الإسقاط. إنّ الخرائط السمتيّة الإسقاط خرائط مفيدة لدراسة المناطق القطبيّة، وذلك لأنّ القطبين يظهران عادة قرب وسط الخريطة، مع التقاء الخطوط الطولانيّة عند القطبين وابتعادها بعضها عن بعض مع ابتعادها عن القطبين. لا تعرف المناطق القطبيّة تشوّهات تُذكر، لكنّ التشوّه يزداد مع اتجاه الخطوط الطولانيّة نحو المناطق الإستوائيّة.**



ويُعتقد أنّ أوّل خريطة تمثّل العالم المعروف هي تلك التي وضعها الفيلسوف الإغريقي أناكْسيمَنْدَر في القرن السادس قبل الميلاد. وكانت هذه الخريطة دائريّة، وتبيّن الأراضي المعروفة في العالم مجمّعة حول بحر إيجه في الوسط، ومحاطة بالمحيط. إنّ إحدى أشهر الخرائط في العصر الكلاسيكيّ هي الخريطة التي رسمها الجغرافيّ الإغريقيّ إيراتوستينيز حوالى ٢٠٠ قبل الميلاد. وقد مثّلت هذه الخريطة العالم المعروف من انجلترا في الشمال الغربيّ إلى مصبّ نهر الجانج في الشرق وليبيا في الجنوب؛ وكانت أوّل خريطة تحمل خطوطاً مستعرضة متوازية تُظهر العروض الجغرافيّة المتساوية. وقد حملت الخريطة أيضاً بعض خطوط الطول، لكنّها كانت غير منتظمة في تباعدها. حوالى سنة ١٥٠ للميلاد، أصدر العالم الاسكندريّ بطليموس كتابه «الجغرافيا»، الذي يحتوي على خرائط للعالم، كانت أولى الخرائط المرتكزة على شكل صحيح رياضيّاً من أشكال الإسقاط المخروطيّ. لكنّ هذه الخرائط اشتملت على عدّة أخطاء، مثل الإمتداد المفرط لكتلة الأرض الأوراسيّة. بعد انهيار الامبراطوريّة الرومانيّة، توقّف تقريباً رسم الخرائط في أوروبا؛ وكانت الخرائط الموضوعة في ذلك العصر تُخَطّ عادة بأيدي الرهبان، الذين غالباً ما صوّروا الأرض بشكل غير صحيح. من جهة ثانية، وضع البحّارة العرب واستعملوا خرائط بحريّة بالغة الدقّة في الفترة نفسها. وضع الجغرافيّ العربيّ الإدريسيّ خريطة للعالم في العام ١١٥٤. وبدءاً من القرن الثالث عشر تقريباً، وضع الملّاحون المتوسطيّون خرائط بحريّة دقيقة للبحر المتوسط، وعادةً من دون خطوط طول أو خطوط عرض، ولكن مع خطوط تُظهر الإتجاهات الزاويّة بين المرافىء الهامّة. في القرن الخامس عشر، تمّ طبع نسخ من خرائط بطليموس في أوروبا؛ وقد مارست هذه الخرائط، طوال قرون، تأثيراً كبيراً على الخرائطيّين الأوروبيّين.

في العام ١٥٠٧، وضع الخرائطيّ الألمانيّ مارتن فالدسيمولر أوّل خريطة معروفة تستعمل اسم أميركا للأراضي المستكشَفة حديثاً في الجهة الأخرى من الأطلسيّ. تمّ طبع الخريطة في ١٢ لوحة منفصلة، وكانت أوّل خريطة تفصل بوضوح بين أميركا الشماليّة والجنوبيّة من جهة وآسيا من جهة أخرى. في العام ١٥٧٠، أصدر الخرائطيّ الفلمنكي أبراهام أورتيليوس أوّل أطلس حديث، حمل عنوان Orbis Terrarum. وقد احتوى هذا الأطلس على ٧٠ خريطة. خلال القرن السادس عشر، أصدر الكثير من الخرائطيّين خرائط تضمّنت المعلومات المتزايدة التي أحضرها الملّاحون والمستكشفون. ويُعتبر جراردوس مركاتور أعظم خرائطيّ في عصر الإكتشافات؛ وقد أصبح الإسقاط الذي ابتكره لخريطة العالم التي وضعها، قيّماً جداً بالنسبة لجميع الملّاحين اللاحقين.

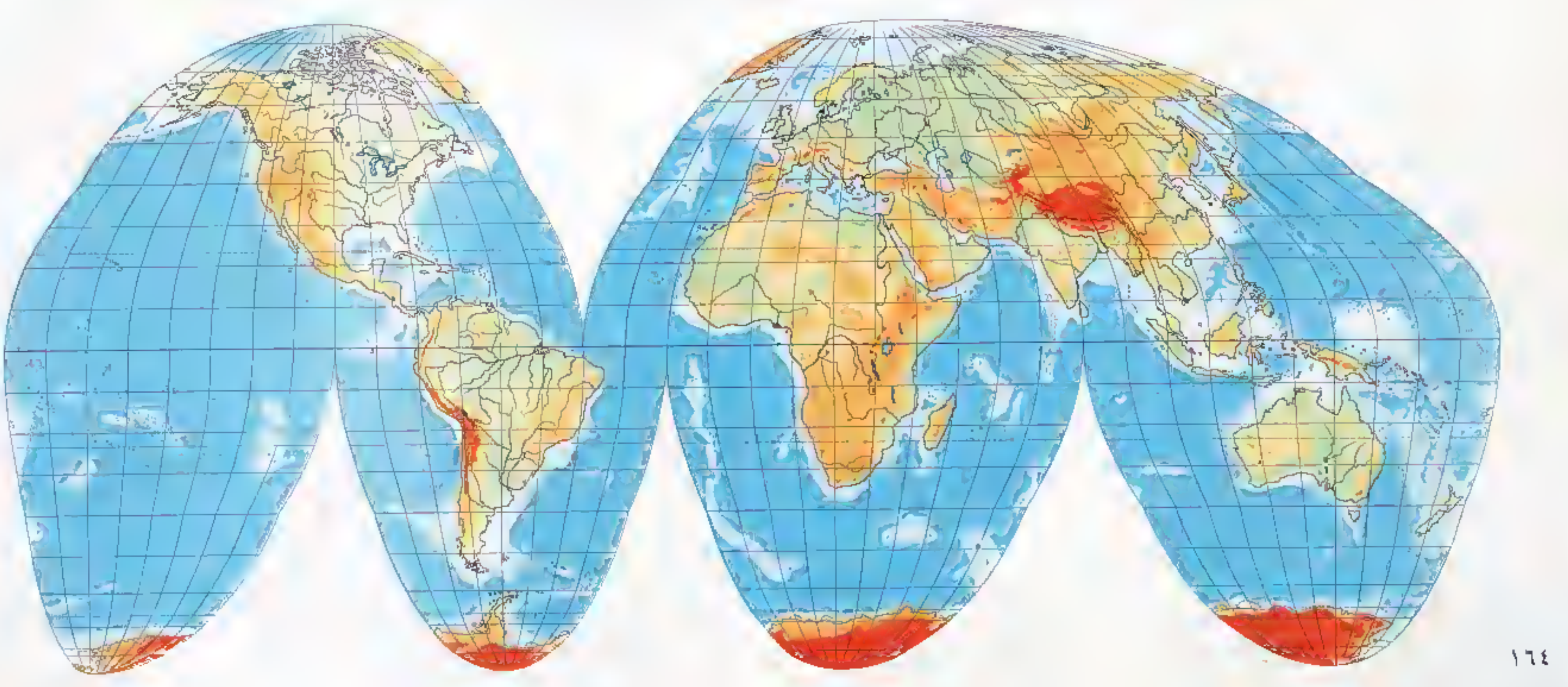
إزدادت دقّة الخرائط التي وُضعت بعد ذلك بفعل التحديد الدقيق للطول والعرض الجغرافيّين وللحجم وشكل الأرض. وأُنتجت الخرائط الأولى التي بيّنت الحدور المغنطيسيّ في القسم الأوّل من القرن السابع عشر، وقد وضعت أولى الخرائط البحريّة التي تبيّن التيّارات المحيطيّة حوالى العام ١٦٦٥. وفي القرن الثامن عشر، كانت المبادىء العلميّة لرسم الخرائط قد أُرسيت بشكل واضح، وقد طاولت أهم الأخطاء في خرائط ذلك الوقت، الأجزاء غير المستكشَفة من العالم.

في أواخر القرن الثامن عشر، ومع همود القوّة الأساسيّة لاستكشاف العالم وبداية تطوّر القوميّة كقوّة فعّالة، بدأ عدد من البلدان الأوروبيّة بإجراء مسح طوبوغرافيّ مفصّل لأراضي البلاد. صدر المسح الطوبوغرافيّ الكامل لفرنسا في العام ١٧٩٣؛ وكانت الخريطة مربّعة تقريباً بقياس ١١ متراً تقريباً لكلّ جهة. وقد تبعت بريطانيا العظمى واسبانيا والنمسا وسويسرا وغيرها من البلدان هذا الاجراء. وفي الولايات المتحدة، أنشئت دائرة المسح الجيولوجيّ في العام ١٨٧٩ بهدف وضع خرائط طوبوغرافيّة ذات مقياس كبير لأراضي البلاد كافّة. وفي العام ١٨٩١، اقترح المؤتمر الجغرافيّ الدوليّ وضع خرائط تغطّي العالم بأسره بمقياس ١:١,٠٠٠,٠٠٠، وهي مهمّة لم تُنجز بشكل كامل إلى اليوم. وفي القرن العشرين، استفاد رسم الخرائط من مجموعة من الإبتكارات التقنيّة. نشأ التصوير الجوّيّ في الحرب العالميّة الأولى واستُعمل على نطاق واسع خلال الحرب العالميّة الثانية في رسم الخرائط. ومع اطلاق القمر الصناعيّ باجيوس في العام ١٩٦٦ وأقمار لاندسات الثلاثة في السبعينات، تعمل الولايات المتحدة على إنجاز مسح جيوديسيّ كامل لسطح الأرض بواسطة تجهيزات فوتوغرافيّة شديدة التمييز. على الرغم من التحسينات الكبيرة في تقنيات رسم الخرائط والمعارف الخرائطيّة، لم تُمسح إلى اليوم أجزاء كبيرة من سطح الأرض. فعلى سبيل المثال، يستمرّ اليوم مسح أراضي قارّة القطب الجنوبيّ.



خريطة قديمة لجزء من أوروبا وأفريقيا: **غالباً ما لبّت الخرائط القديمة حاجات متعدّدة. فقد وفّرت تفاصيل طوبوغرافيّة حول بلد معيّن، إضافة إلى معلومات حول المنطقة المتعلّقة ببلد الملّاح. تعود هذه الخريطة إلى نحو سنة ١٦٠٠ ميلاديّة. (تابعة لأرشيف «مكتبة الصغار»).**

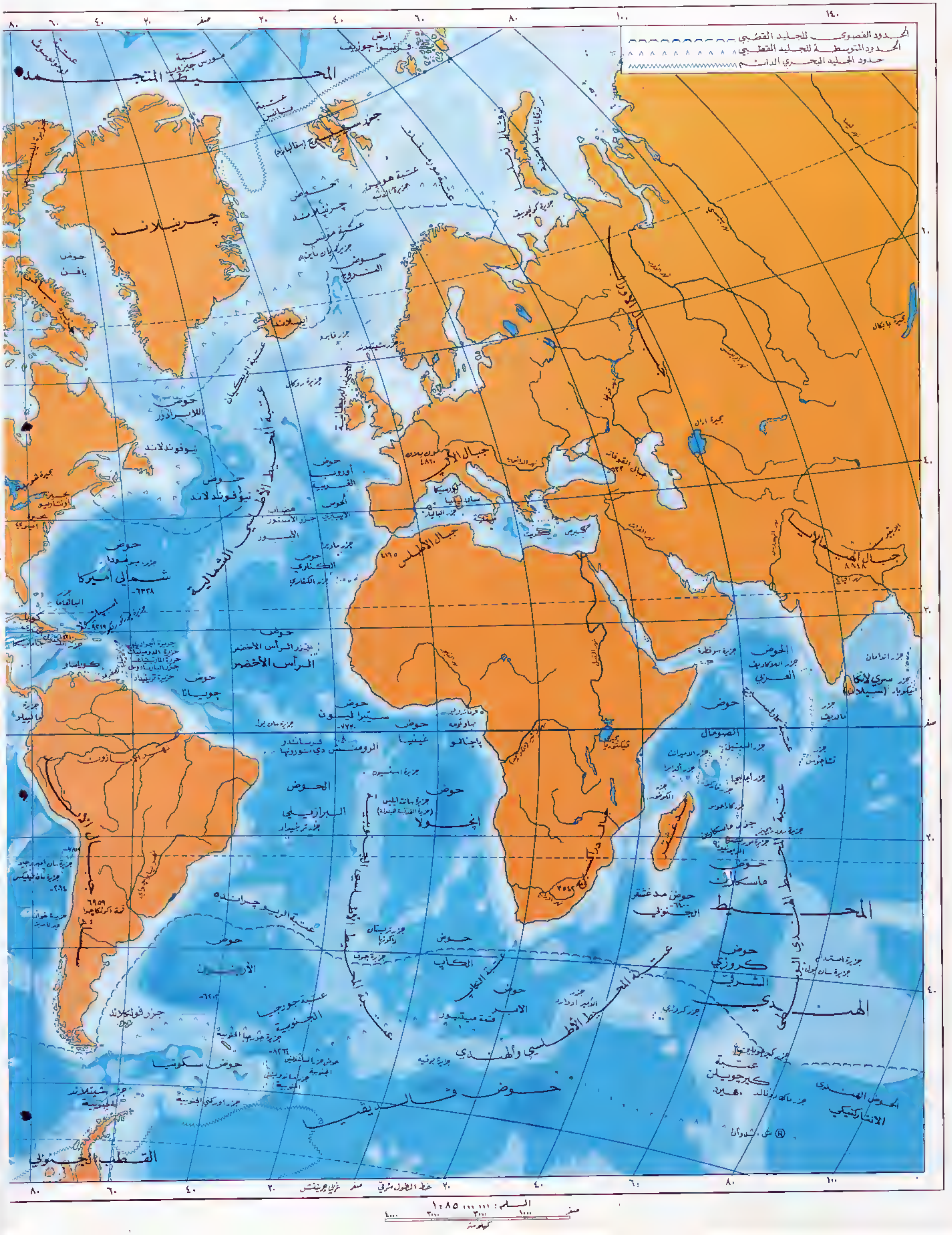
إسقاط چود المتماثل الخطوط: **في ١٩٢٣، وضع الجغرافيّ والخرائطيّ الأميركيّ ج. پول چود (من جامعة شيكاچو)، عن طريق الحساب الرياضيّ، إسقاط چود المتقطّع المتماثل الخطوط. وتُرسم الأرض في هذا الإسقاط في أجزاء متّصلة غير منتظمة. إنّ الاحساس الذي يولّده هذا الإسقاط باستدارة الخريطة وضآلة تشوّد الكتل الأرضيّة قد جعل من هذا الإسقاط الشكل المفضّل لوضع خرائط موضوعيّة Thematic يغطّي أنحاء العالم كافّة. (أنظر لوحات رقم ١ – ٢ – ٣ – ٤ – ٥ – ٦).**



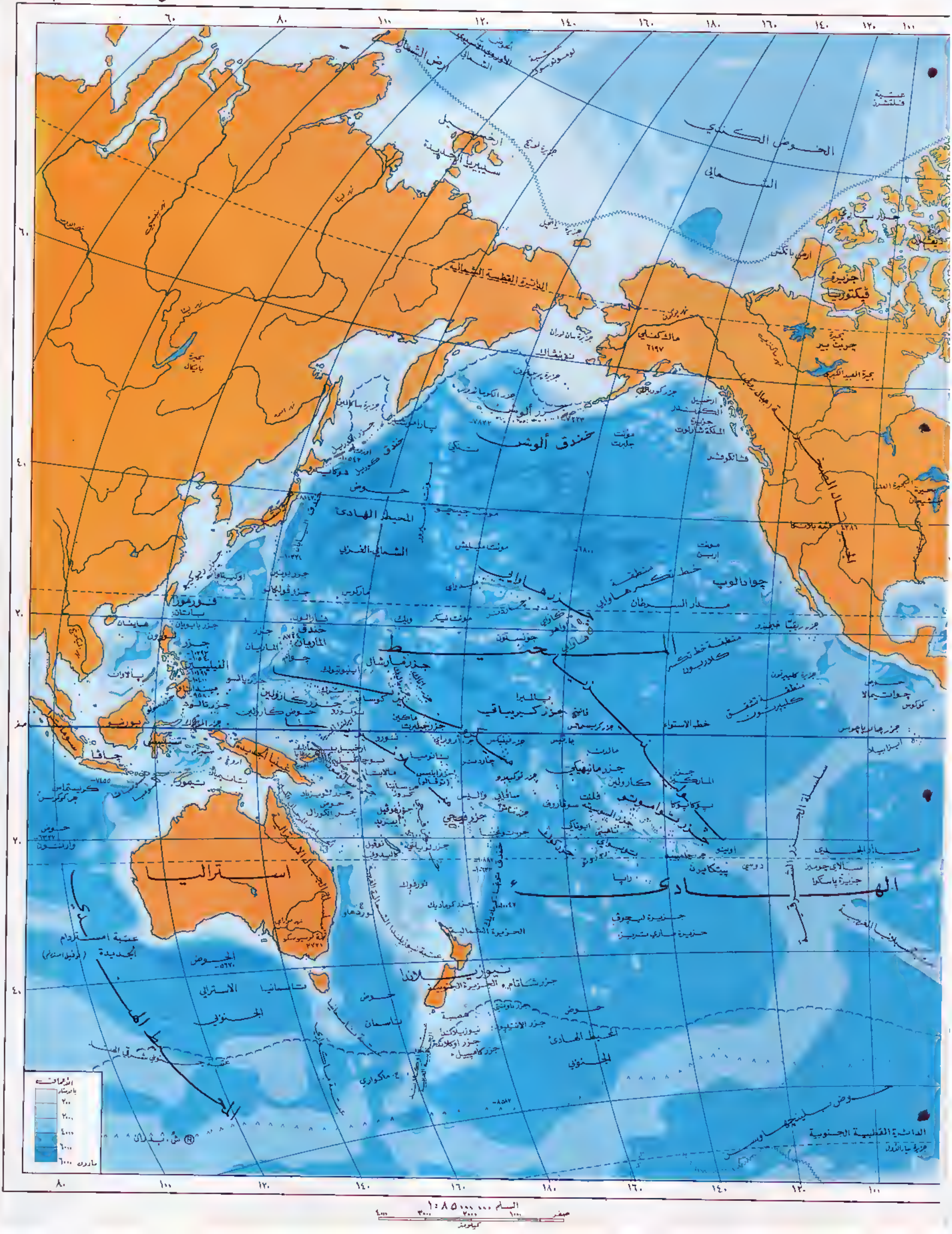


خرائط التضاريس: هي نماذج ثلاثية الأبعاد أُخذت من الفضاء الخارجي عن سطح منطقة معيّنة؛ ويُستعمل اللون والمقياس في هذه الخرائط للدلالة على المعالم الجغرافية بدلاً من رسم الحدود السياسية فقط. ونظراً لهذه السمة، تُستعمل خرائط التضاريس على نطاق واسع في الهندسة وفي المجال العسكريّ. تبيّن هذه الخريطة القرن الأفريقي، شبه الجزيرة العربية، أوروبا وجزءاً من آسيا.

المحيطـــات



لوحة رقم ٢



الحوض الكندي
الشمالي
جزيرة ڤيكتوريا
بحيرة بايكال
سيبيريا الجديدة
الدائرة القطبية الشمالية
ماك كنلي
٦١٩٧
جزر ألوشن
خندق ألوشن
المحيط الهادى
الشمالي الغربي
جزر هاواي
مدار السرطان
فورموزا
الفيليبين
بورنيو
جاڤا
غينيا الجديدة
جزر مارشال
جزر كارولين
خط الاستواء
المحيط الهادى
استراليا
تسمانيا
نيوزيلاندا
حوض تاسمان
الحوض الاسترالي الجنوبي
حوض المحيط الهادى الجنوبي
الدائرة القطبية الجنوبية
السلم ١ : ٨٥٠٠٠٠٠٠
كيلومتر

حقائق مهمّة عن المحيطات

يعتقد معظم العلماء أنّ الحياة بدأت في المحيطات. وتدلّ أحفورات Fossils أحد أنواع الديدان البحريّة إلى أنّ هذه الدودة لم تتغيّر صفاتها لأكثر من ٥٠٠ مليون سنة.

وما تزال أجسامنا تحمل بعضاً من المحيطات فيها. فجسم الإنسان البالغ يحتوي على ١٨ ليتراً من الماء المالح الذي يشبه في تركيبه مياه البحر.

ويتحرّك قاع المحيطات باستمرار. فقاع المحيط الأطلسيّ يتوسّع بمعدّل ٢,٥ سم في السّنة، فيوسّع حوض المحيط. أمّا قاع المحيط الهادىء فيتوسّع بمعدّل أكبر يصل إلى ١٣ سم في السّنة، لكنّ حوضه يظلّ على ما هو عليه، لأنّ المساحة الإضافيّة تغرق تحت القارّات المجاورة.

من النباتات البحريّة، العشب البحريّ العملاق البنّي اللّون الذي يمكن أن ينمو لارتفاع ٦٠ م، فيشكّل غابات شاسعة تحت سطح مياه المحيطات.

يمكن للتّسونامي، وهي موجة شديدة القوّة تتسبّب بها الزّلازل، أن تصل إلى سرعة ٩٧٠ كيلومتراً في الساعة، وتعبر محيطاً بأسره.

ويعتقد العلماء أنّ مستوى محيطات وبحار العالم سيرتفع بمعدّل ٦٠م في حال ذوبان الجليد في جرينلاند وأنتاركتيكا بشكل مفاجىء. وفي وضع كهذا، ستغرق مدينة نيويورك، ولا يبقى فوق سطح المياه سوى قمم أعلى ناطحات السّحاب فيها.

المحيطات

المحيطات هي الكتلة المائيّة الضخمة التي تغطّي أكثر من ٧٠٪ من سطح الأرض، وتشمل الكتلة أيضاً البحار. وتحتوي المحيطات والبحار ٩٧٪ من المياه الموجودة على الأرض.

تقدّم لنا المحيطات الكثير من الأشياء. فهي بالإضافة إلى كونها مقصداً للرّاغبين في السباحة وركوب القوارب وغيرها من النشاطات الترفيهيّة، تُعدّ مصدراً للطّعام والطاقة والمعادن. وتنقل السفن البضائع بين القارّات عبر المحيطات. لكنّ أهمّ دور للمحيطات هو محافظتها على مناخ صحّي في أرجاء الأرض كافّة، وذلك بضبطها درجات حرارة الهواء وتزويدها بالغيوم والرّطوبة اللازمة، ممّا يسبّب تساقط الأمطار.

ولقاع المحيطات تضاريس مختلفة كاختلاف تضاريس اليابسة. فالقاع غنيّ بالسّهول الشاسعة وسلاسل الجبال الضخمة التي ترتفع قممها أحياناً كثيرة فوق سطح الماء. وتنفجر براكين في القاع، كما تمتدّ وديان عميقة لمسافات طويلة.

والمحيطات مكان رائع لم نبدأ باستكشافه إلّا منذ مدّة قريبة. ويعمل علماء يسمّون الأوقيانوغرافيين Oceanographers على استكشاف أسرار هذا العالم المائيّ. ويهتمّون بتحرّكات المحيط وتأثيره في الغلاف الجوّي للأرض، كما يدرسون أساليب حياة الكائنات المحيطيّة، وكيف تؤثّر القوى المختلفة في تكوين القاع. وقد ساعدت الوسائل الحديثة كالأقمار الصّناعيّة والكومبيوترات في توسيع معلوماتنا حول المحيطات.

المحيط العالميّ

تشكّل المحيطات، جرّاء ترابطها، كتلة واحدة تسمّى المحيط العالميّ أو المحيط الأرضيّ. لكنّ القارّات تقسم المحيط العالميّ إلى أجزاء رئيسيّة ثلاثة، هي بحسب المساحة: المحيط الهادىء، والمحيط الأطلسيّ والمحيط الهنديّ. ويضمّ كلّ محيط كتلاً مائيّة أصغر حجماً تسمّى بحاراً وخلجاناً وأجوانّاً تنتشر على هوامش المحيطات. فالبحران الكاريبي والمتوسّط، على سبيل المثال، جزءان من المحيط الأطلسيّ؛ وبحر بيرينج وبحر الصين الجنوبيّ جزءان من المحيط الهادىء. وقد تعني كلمة Sea الإنجليزيّة المحيط عموماً.

ويقع محيط رابع صغير يسمّى المحيط المتجمّد الشماليّ، شمال آسيا وأوروبا وأميركا الشماليّة. ويرى الكثير من الجغرافيّين أنّ هذا المحيط جزء من الأطلسيّ؛ ويسمّونه البحر المتجمّد الشماليّ.

وعند الطّرف الجنوبيّ للأرض، يتلاقى الهادىء والأطلسيّ والهنديّ قرب أنتاركتيكا. ويسمّي بعض الناس المياه المحيطة بهذه القارّة المتجمّدة المحيط المتجمّد الجنوبيّ أو البحر الجنوبيّ، فيما يرى الكثير من الجغرافيّين أنّ هذه المياه ليست سوى الأجزاء الجنوبيّة من محيطات ثلاثة، وليست محيطاً مستقلاً.

يحتوي المحيط العالميّ ٩٧٪ من مياه الأرض. ويوجد معظم القسم الباقي متجمّداً في الأنهار الجليديّة. أمّا القسم القليل الآخر، فيوجد في البحيرات والأنهار والمياه الباطنيّة، وعلى شكل بخار في الهواء.

المساحة: يغطّي المحيط العالميّ حوالى ٧٠٪ من سطح الأرض، ويقع معظمه في النصف الجنوبيّ للكرة الأرضيّة، أي جنوب خطّ الاستواء.

إنّ أكبر المحيطات على الإطلاق هو المحيط الهادىء الذي تصل مساحته إلى ١٨١ مليون كم^2، أي حوالى ثلث سطح الأرض. وفي المحيط الهادىء، حوالى نصف مياه المحيط العالميّ؛ ويمكن لهذا المحيط أن يستوعب القارّات كلّها دفعة واحدة. ويصل عرض المحيط الهادىء، قرب خطّ الاستواء إلى ٢٤,٠٠٠ كم، وذلك بين پاناما وشبه جزيرة ماليزيا. وتقع أميركا الشماليّة والجنوبيّة إلى شرق المحيط، وآسيا وأستراليا إلى غربه. وإلى الشمال، يقع مضيق بيرينج ويربط المحيط الهادىء بمياه القطب الشماليّ.

وتبلغ مساحة المحيط الأطلسيّ حوالى ٩٤ مليون كم^2، إذا استثنينا مياه القطب الشماليّ. وتقع أوروبا وأفريقيا إلى شرقه، وأميركا الشماليّة والجنوبيّة إلى غربه.

ويمتدّ المحيط الهنديّ على مساحة تبلغ ٧٤ مليون كم^2. وتقع أفريقيا إلى غربه، وأستراليا وأندونيسيا إلى شرقه، فيما تحدّه آسيا من الشمال.

العمق: للمحيط العالميّ، عمق متوسّط يساوي ٣٧٣٠م، دون أن يعني ذلك أنّ بعض المواقع في المحيط لا تصل إلى أعماق أكبر. تقع أعمق المواقع في أخاديد، وهي وديان طويلة وضيّقة في قاع البحر. أعمق الأماكن المعروفة في المحيط أخدود ماريان في غربيّ المحيط الهادىء بالقرب من جزيرة جوام، ويصل عمق هذا الأخدود إلى ١١,٠٣٤م تحت سطح البحر. وفي حال وُضع جبل إيڤيرست، أعلى جبال العالم (٨٨٤٨م) في أخدود ماريان، لبقي مغموراً تحت المياه بعمق ٢ كم تقريباً.

والمحيط الهادىء أعمق المحيطات، ويصل معدّل عمقه إلى ٣٩٤٠م. أمّا المحيط الأطلسيّ فأضحل المحيطات بمعدّل عمق يصل إلى ٣٥٨٠م. أعمق مواقع المحيط الأطلسيّ أخدود پورتوريكو الذي يقع على عمق ٨٦٤٨م. أمّا معدّل عمق المحيط الهنديّ فيصل إلى ٣٨٤٠م، وأعمق نقطة فيه أخدود جاڤا بعمق ٧٧٢٥م.

درجة الحرارة: تراوح درجة حرارة سطح المحيط العالميّ بين حوالى -٢° مئويّة عند القطبين الشماليّ والجنوبيّ، وحوالى ٣٠° مئويّة قرب خطّ الاستواء. وعند القطبين تتجمّد مياه البحر السطحيّة، فيما تعتبر المياه المداريّة في المحيط الهادىء أدفأ مياه المحيط العالميّ. وتؤثّر التيّارات المحيطيّة في درجة حرارة المياه السطحيّة. وحين تتحرّك التيّارات، تحمل المياه المداريّة الدافئة إلى القطبين؛ فيما تجلب حركات محيطيّة أخرى مياهاً أبرد وأعمق إلى السطح، فتخفض درجة حرارة المياه السطحيّة.

وتختلف درجة حرارة المحيط باختلاف العمق، وهي تنخفض إجمالاً مع ازدياد العمق. ويصل عمق المياه السطحيّة الدافئة إلى عمق ١٥٠م في المدارات، وإلى حوالى ٣٠٠م في شبه المدارات. وتنخفض درجة الحرارة بسرعة تحت المياه السطحيّة، وتشكّل طبقة تسمّى المنحدر الحراري Thermocline الذي تختلف سماكته بين ٣٠٠م و٩١٠م. وتحت المنحدر الحراريّ، تبرد مياه المحيط ببطء أكبر، مقارنة بالمياه الواقعة فوقه. وبالقرب من قاع المحيط، تراوح درجة حرارة المياه بين ١° و٤° مئويّة.

التركيب: تحتوي مياه المحيط العالميّ كلّ العناصر الطبيعيّة. لكنّ هذه المياه تشتهر بأملاحها التي يصل معدّل نسبتها المئويّة في المياه إلى حوالى ٣,٥٪. وتساهم ستّة عناصر في ٩٩٪ من ملوحة مياه المحيط؛ وهذه العناصر، مرتّبة بحسب كميّتها: الكلوريد والصوديوم والكبريت (المتوافر بشكل كبريتات) والمغنسيوم والكالسيوم والپوتاسيوم. ومعظم المادّة المالحة في مياه المحيط مؤلّف من كلوريد الصوديوم أو ملح الطعام.

وينتج الكثير من أملاح مياه المحيط عن اهتراء الصخور فوق اليابسة. فعندما تتفتّت هذه الصخور، تجرف الأنهار مكوّناتها الملحيّة والموادّ الأخرى الناجمة عن التفتّت إلى المحيط. وتساهم الموادّ المقذوفة من البراكين والمتفجّرة في الينابيع تحت سطح المحيط، في ملوحة مياه المحيط. ويؤثّر التبخّر والمطر في درجة الملوحة. فالتبخّر يزيل بعض المياه العذبة من سطح المحيط مخلّفاً الأملاح. ويبلغ التبخّر أقصاه في المناطق شبه المداريّة؛ لذلك تكون المياه السطحيّة في هذه المناطق مالحة. ويعيد المطر المياه العذبة إلى المحيط. ويفوق المطر التبخّر في المناطق الاستوائيّة بحيث تبلغ ملوحة المياه السطحيّة هناك أدنى مستوى لها. وتجلب الأنهار المياه العذبة إلى المحيطات، ما يخفّض ملوحة مياه المحيط قرب مصبّات الأنهار.

تأثير المحيط في المناخ: يساهم المحيط العالميّ في جعل مناخ الأرض صحيّاً. فحجم المحيط الشاسع وبطء المياه في تغيير درجة حرارتها يثبّتان درجة حرارة الغلاف الجوّيّ. ويخزّن المحيط صيفاً حرارة إضافيّة من الشمس ليطلقها شتاءً صوب الهواء، عندما تكون أشعّة الشمس ضعيفة. ويؤثّر دوران مياه المحيط في درجات حرارة الهواء. فالتيّارات تحمل فائض الحرارة في المناطق المداريّة إلى القطبين، فتنخفض درجة الحرارة في المدارات وترتفع في القطبين.

والمحيط مصدر معظم مياه المطر الهاطل على الأرض. فحرارة الشمس تبخّر المياه من سطح المحيط، وترتفع المياه بشكل بخار غير مرئيّ لتشكّل غيوماً عندما يبرد البخار. وتعود المياه إلى الأرض على شكل برَد أو مطر أو ثلج.

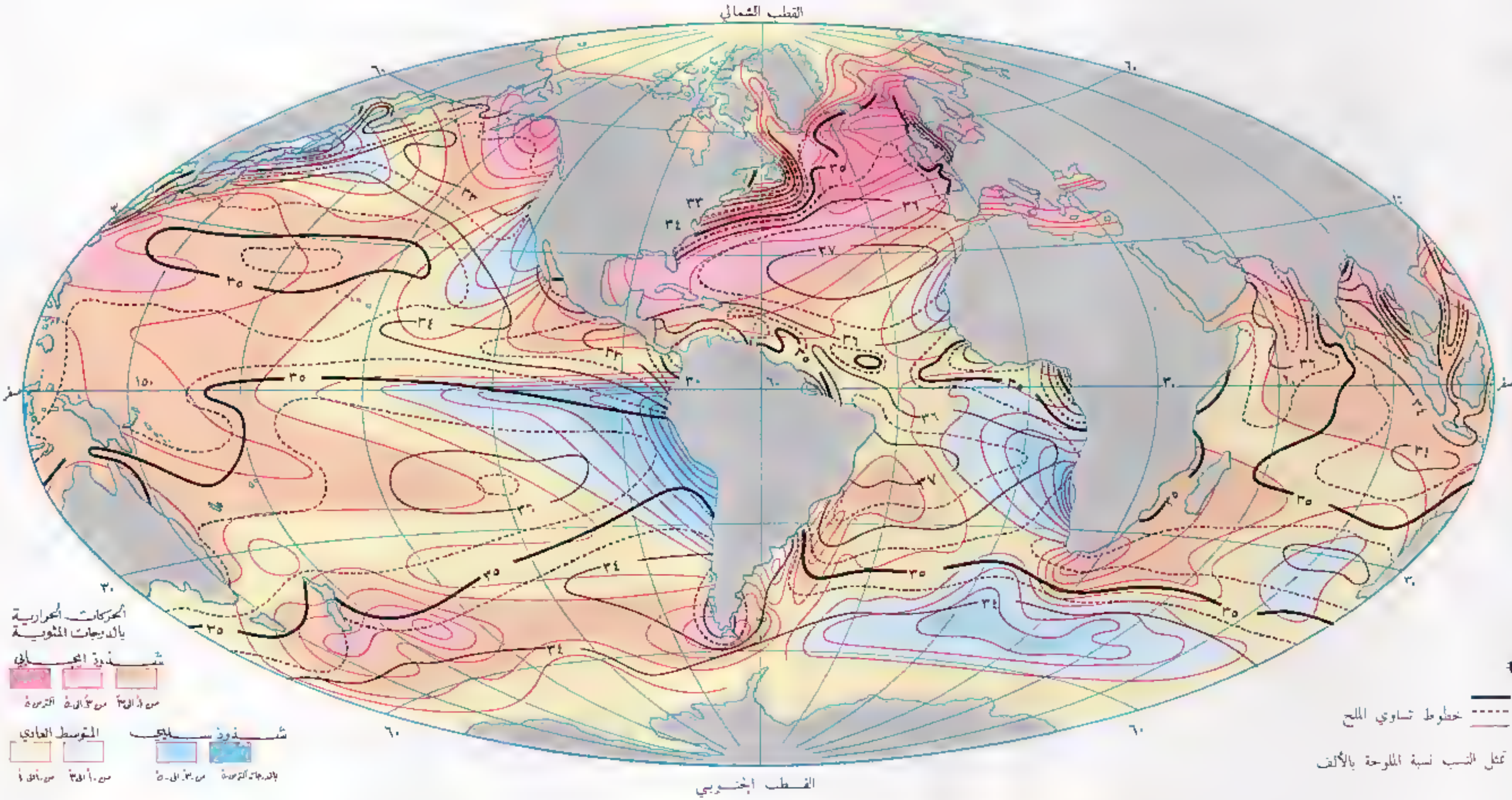
كيف يتحرّك المحيط؟

تتحرّك مياه المحيط باستمرار. فالتيّارات المحيطيّة تعبر المحيط مثل أنهار عملاقة. وتخلق الرياح والزلازل موجات عبر سطح المحيط. كما أنّ للقمر والشمس جاذبيّة تسبّب بعض الحركات المحيطيّة التي تعرف بالمدّ والجزر.

التيّارات: يخلق نوعان من الدوران تيّارات المحيط وهما: الدوران الذي تدفعه الرياح والدوران الملحيّ الحراريّ Thermohaline.

ينتج الدوران الذي تدفعه الرّياح عن الرياح التي تهبّ على سطح المحيط. فالرياح تحرّك المياه السطحيّة في تيّارات. وتجري التيّارات عادة أفقيّاً – أي بموازاة

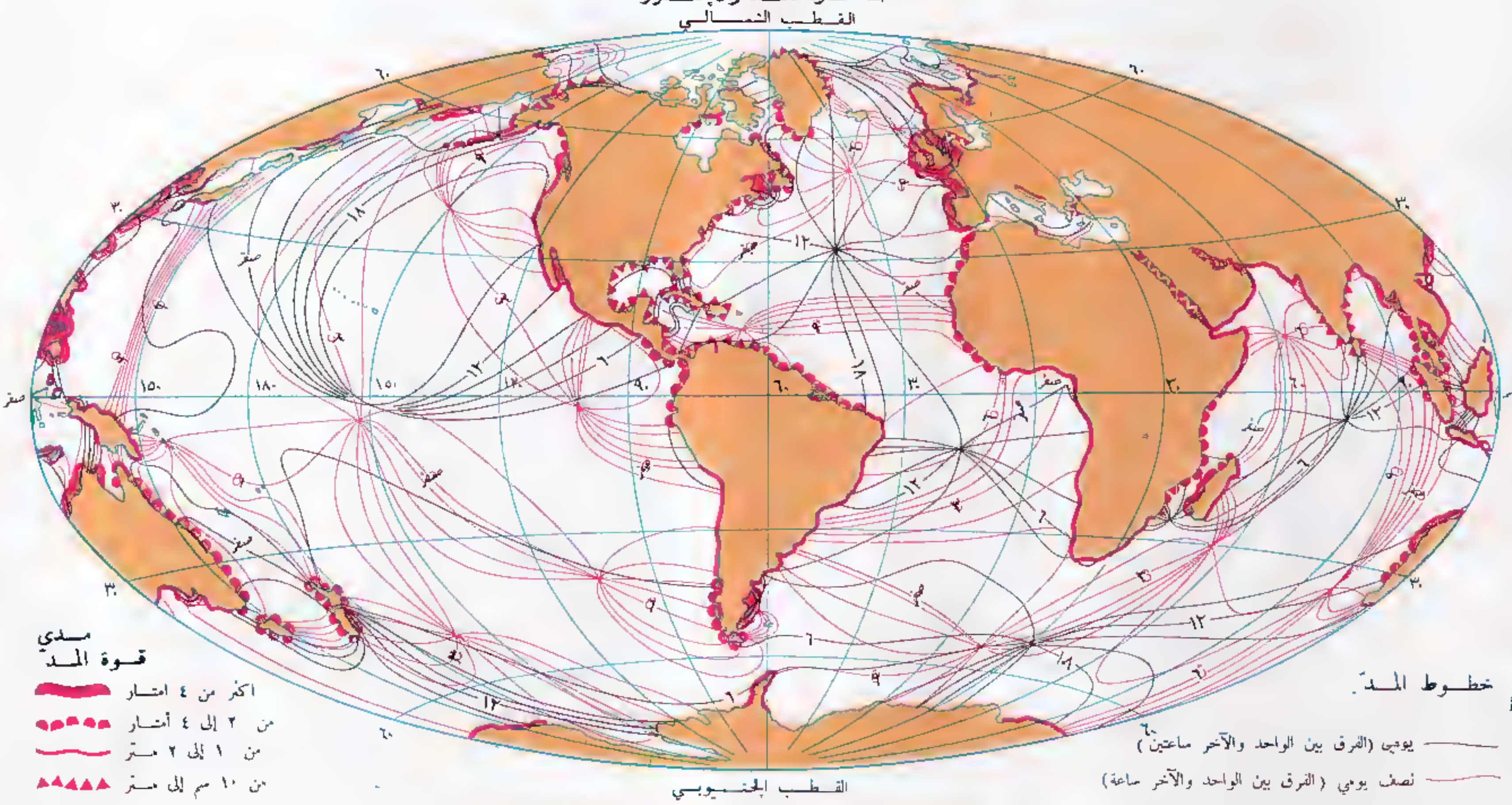
حرارة وملوحة مياه المحيطات



لاحظ انتظام الوضع الحراريّ وتناسقه، خصوصاً في النصف الجنوبيّ من الكرة الأرضيّة حيث مساحة المحيطات تفوق بكثير مساحة اليابسة.
ثم إنّ الحرارة السلبيّة أو الإيجابيّة لها علاقة مباشرة بخطّ سير التيّارات الحارّة والباردة (البيرو أو همبولت، بنجويلا، ألاسكا، الأويا شيو، اليابان أو كوروشيو الخ...)

حركة المدّ والجزر تبلغ حدّها الأقصى في البحار المفتوحة، وحدّها الأدنى في البحار المقفلة.

ظاهرة المدّ والجزر



سطح الأرض. ولا تؤثّر الرياح إلّا في المياه الواقعة بين سطح المحيط وعمق ١٠٠ إلى ٢٠٠م. لكنّ التيارات التي تدفعها الرياح تجرف المياه الواقعة على عمق ١٠٠٠ م أو أكثر.

تتحرك التيارات التي تدفعها الرياح في أنماط دائرية كبيرة الحجم تدعى دوّامات Gyres. وتدور الدوّامة باتّجاه دوران عقارب الساعة في المناطق شبه المدارية الواقعة شمال خطّ الاستواء، وعكس دوران عقارب الساعة في المناطق المماثلة جنوب خطّ الاستواء. وتؤثّر ظروف عدّة في اتّجاه التيارات التي تدفعها الرياح وتجعلها تشكّل دوّامات. فأنظمة الرياح على الأرض تدفع التيارات شرقاً أو غرباً. وتحدّد القارّات اتّجاه التيارات شمالاً أو جنوباً. ويجعل دوران الأرض التيارات تدور في أنماط دائرية. وأبرز التيارات التي تدفعها الرياح تيار اللابرادور وتيار البيرو وتيار الاستوائي الشمالي وتيار الاستوائي الجنوبي وتيار كاليفورنيا وتيار الكناري وتيار الجولف ستريم وتيار اليابان. ويُعدّ التيار حول القطب الشمالي، الذي يسمّى أيضاً تيار الانسياق المحيطي الغربي، أقوى التيارات المحيطية والتيار الوحيد بينها الذي يلفّ الأرض.

وفي بعض المناطق، تحصل ظاهرة ارتفاع مياه سطح المحيط Upwelling، عندما تدفع الرياح مياه سطح المحيط قرب الشواطىء بعيداً عن هذه الشواطىء. وتبعاً لذلك، ترتفع المياه العميقة الباردة والغنية بالموادّ الغذائية إلى السطح قرب الشاطىء. وتساهم هذه الظاهرة بتأمين الغذاء لكائنات دقيقة شبيهة بالنبات، تعيش عليها الأسماك والحيوانات البحرية الأخرى. ولذلك تكثر الأسماك في المناطق المعرّضة لهذه الظاهرة، وتؤمّن هذه المناطق نصف حاجة العالم إلى السمك. أبرز هذه المناطق، تلك الواقعة أمام سواحل البيرو والسواحل الشمالية الغربية لأفريقيا وتلك الواقعة بمحاذاة خطّ الاستواء وحول أنتاركتيكا. وقد تسبّب الرياح ظاهرة معاكسة هي انخفاض مياه سطح المحيط Downwelling التي تمتاز بنقص الموادّ الغذائية وضعف الحياة البحرية فيها.

أمّا الدوران الملحي الحراري، فينتج تيارات عمودية كبيرة تندفع جيئةً وذهاباً بين سطح المحيط وقاعه. وتنتج التيارات هذه: بشكل كبير، عن الفروقات بين درجات حرارة المياه وملوحتها. فالتيارات تتحرك ببطء من المناطق القطبية بمحاذاة قاع المحيط، وتعود مجدّداً إلى السطح. في المناطق القطبية، تبرد المياه وتزداد ملوحتها فتصبح أثقل وزناً وتغوص باتّجاه قاع المحيط، فتنتشر مياه القاع الباردة ببطء باتّجاه خطّ الإستواء لتعود إلى السطح وتحلّ محلّ مياه السطح التي تغوص.

الموجات: في موجة محيطية، تتحرك المياه صعوداً وهبوطاً، ولا تحدث أيّ حركة أمامية للمياه أثناء انتقال الموجات. وتمثّل أيّ موجة محيطية الموجات التي يمكن للإنسان أن يشكّلها في حبل مربوط إلى شجرة. عندما يحرّك الإنسان الطّرف الطليق للحبل، تنتقل موجات عليه دون أن ينتقل الحبل نفسه من مكانه. لكن حين تصل موجة محيطية إلى الشاطىء، تبدأ بالاندفاع إلى أسفل فتتحرك المياه نفسها هذه المرّة.

تخلق الرّياح معظم الموجات المحيطية، بدءاً بأصغر الموجات وانتهاءً بالموجات الإعصارية التي يجاوز ارتفاعها ٣٠م، كما تخلق التكسّر المألوف الموجات التي تُرى على الشّواطىء ومن على السّفن. ويعتمد حجم الموجة على سرعة الريح ومدّة هبوبها والمسافة التي تهبّ عليها فوق سطح المحيط. ومع استمرار هبوب الريح، يصل حجم الموجة إلى أقصاه قبل أن تتكسّر الموجة على الشاطىء. وتسمّى الموجة المتكسّرة موجةً مزبدة. وبعد هدوء الرياح، تستمرّ الموجة في انتقالها على سطح المحيط، وربّما قطعت مسافة طويلة جداً. وبعيداً عن نقطة انطلاقها، تصبح الموجة أنعم وأطول. وحين تصل إلى الشّاطىء تتكسّر.

وتغيّر حركة الموجات المحيطية مظهر الساحل، فتخلق منحدرات حادّة وجروفاً شاهقة، وتحطّم الصخور المكشوفة وتشكّل الشواطىء. وترسم حركة الموجات والتيارات شكل الخطّ الساحلي، وتراكم رواسب رملية على امتداد الساحل. وتجرف الموجات رمال الساحل، لا سيّما خلال العواصف حين تكون الموجات عالية ومتلاطمة.

وتتكوّن موجات أخرى بسبب الحركات المفاجئة لقاع المحيط، لا سيّما خلال الزلازل. وتسمّى الموجة في هذه الحال تسونامي، وهو تعبير يستخدمه العلماء، فيما يطلق بعض الناس اسم الموجة المدّية Tival Wave على هذا النوع، على الرغم من أنّها ليست ناتجة عن حركة المدّ. وفي المحيط المفتوح، إنّ موجة التسونامي ليست مرتفعة، ولكنها تنتقل بسرعة قد تصل إلى ٩٧٠ كم في الساعة، ولذلك حين تقترب موجات التّسونامي من الساحل تتباطأ وتتراكم ليصل ارتفاعها إلى مستويات كبيرة، وتسبّب أضراراً فادحة على الشواحل. وقد دمّرت موجات التّسونامي مدناً كبيرة وأغرقت مئات الناس. وتضرب هذه الموجات في معظم الأحيان الأراضي الواقعة في المحيط الهادىء أو المحيطة به. لكنّ العلماء، لحسن الحظّ، قادرون على حساب سرعة التّسونامي، وهم يحذّرون الناس في المناطق المهدّدة قبل وصول الكارثة.

أرض قاع المحيط

قاع المحيط منطقة من التناقضات المثيرة. فتحت سطح البحر، تمتدّ سهول على مسافات شاسعة، وترتفع سلاسل جبال شاهقة، ويصل بعض البراكين إلى سطح المياه، وتنتشر أخاديد ووديان.

الهامش القاري: يشكّل الهامش القاري Continental Margin الجزء الملاصق للقارّات من قاع المحيط. وهو يتألّف من الرفّ القاريّ Continental Shelf، والسفح القاريّ Continental Slope والمطلع القاريّ Continental Rise.

الرفّ القاريّ هو الأرض المغمورة بالمياه على طرف القارّات: ويبدأ عند الخط الساحلي وينخفض تدريجياً تحت الماء، ومعدّل عمقه حوالى ١٣٠م. ويصل معدّل عرض الرفّ القاريّ إلى ٧٥ كم، لكنّ هذا العرض في بعض المناطق، لا سيّما في المنطقة القطبية الشمالية، يصل إلى ١٢٠٠ كم؛ وفي مناطق أخرى، كتلك المشرفة على المحيط الهادىء، لا يتجاوز ١.٦ كم أو أقلّ من ذلك. وتقطع وديان مختلفة العمق الرفّ القاريّ الذي يتلقّى قسماً كبيراً



هاواي: شاطىء جزيرة كاواي

من الرواسب الرمليّة والوحليّة التي تحملها الأنهار إلى المحيط.

ويبدأ السفح القاريّ عند الطرف الخارجيّ للرفّ. والسّفح أشد انحداراً من الرفّ، ويصل عمقه إلى ٣,٦ كم. ويشكّل السّفح في الواقع أطراف القارّات. ويراوح عرضه بين ٢٠ و١٠٠ كم. وتخترق السّفح في أكثر من موقع، وديان ضيّقة عميقة مغمورة بالمياه؛ ويفوق حجم بعض هذه الوديان وادي الجراند كانيون في أميركا الشماليّة. ويقع معظم هذه الوديان أمام مصبّات أنهار، ويُعتقد أنّ أنهاراً قديمة شقّت هذه الوديان. وربّما شكّلت حركة الرواسب على قاع المحيط بعض الوديان.

ويتألّف المطلع القاريّ من رواسب منجرفة من الرفّ والسّفح القاريّين، ومتراكمة عند قاع السّفح. وتمتدّ الرواسب الكثيفة التي تشكّل المطلع حوالى ١٠٠٠ كم بدءاً من آخر السّفح.

القمم والوديان والسّهول تحت الماء: تقع هذه التضاريس خلف الهامش القاريّ. تشكّل حيود (أو سلاسل) وسط المحيط معلماً رئيسيّاً من معالم حوض المحيط. وهي تتألّف من سلسلة جبليّة رئيسيّة تمتدّ حوالى ٦٠٠٠٠ كم عبر المحيطات الرئيسيّة الثلاثة. وقد اكتشف العلماء القسم الموجود في كلّ محيط على حدة، وأعطوه اسماً مستقلاً وهو حيّد وسط الأطلسيّ Mid-Atlantic Ridge ومطلع شرقيّ الهادىء East Pacific Rise وحيّد وسط الهنديّ Mid-Indian Ridge. ويرتفع معظم جبال الحيود حوالى ١٥٠٠ م فوق قاع المحيط وتخترق أودية عميقة الحيود في أماكن عدّة، فتزيد من وعورة القاع وتمزّقه. ولبعض الحيود وديان تشقّها في وسطها. ويكثر النشاط البركانيّ في هذه الوديان المركزيّة.

وتنحدر جوانب الحيود إلى مناطق شاسعة تسمّى سهولاً غوريّة Abyssal Plains، وتغطّي الرّواسب معظم معالم هذه السّهول المسطّحة إجمالاً. وتنتج الرّواسب عن تفتّت الصّخور على اليابسة وانجراف الفتات في الأنهار إلى المحيط. وتحمل الرّياح بعض رواسب اليابسة – لا سيّما من الصّحاري – إلى المحيط كما تنثر الثّورات البركانيّة كمّيات كبيرة من الرّواسب فوق المحيط. وتنتج الحياة البحريّة قسماً كبيراً من الرّواسب التي تغطّي سهول قاع المحيط. أبرز هذه الرواسب، الأصداف الصغيرة وبقايا الكائنات الميتة في العوالق (كائنات حيّة دقيقة معلّقة في الماء وتقتات بها الأسماك). وحين تشكّل هذه الموادّ جزءاً كبيراً من الرّواسب، يطلق العلماء عليها اسم الرّزغات Oozes.

ومن معالم قاع المحيط الأخرى، الأخاديد الطويلة والضيّقة والجبال المعزولة تحت الماء والمسمّاة جبالاً بحريّة. وتشكّل الأخاديد أعمق المواقع تحت سطح الماء. وتنتج الجبال البحريّة عن الانفجارات البركانيّة، وتتميّز بسفوحها الحادّة، فيما يمكن أن يصل ارتفاعها إلى ٤٠٠٠ م فوق قاع المحيط.

كيف تشكّل القاع؟ منذ أواخر القرن التاسع عشر، طوّر العلماء عدّة نظريّات لشرح كيفيّة تكوّن قاع المحيط. وقد حصلت نظريّة الانجراف القاريّ على اهتمام كبير خلال بدايات القرن العشرين. وتقول هذه النظريّة إنّ القارّات كانت بداية كتلة ضخمة من اليابسة يحيط بها محيط واحد. وقد تفتّتت الكتلة إلى قارّات تباعدت مع الوقت. وتفسّر النظريّة تطابق شكل الشاطىء الشرقيّ للأميركتين مع شكل الشّاطىء الغربيّ لأفريقيا، بحيث تبدو القارّات الثّلاث مثل قطع في أحجية الصّور المقطوعة. وقد تشكّلت محيطات جديدة كالأطلسيّ والهنديّ جرّاء هذا التباعد.

وقد رفض الكثير من العلماء هذه النظريّة في البداية، لأنّ أحداً لم يستطع تفسير ماهيّة القوى التي دفعت بالقارّات إلى التباعد. وفي الستّينات، ظهرت نظريّة توسّع قاع البحر لتقدّم شرحاً. فهذه النظريّة تقول إنّ قاع المحيط نفسه يتحرّك حاملاً القارّات معه، وإنّ الحركات الدائريّة في أعماق غلاف الأرض Mantle – أي الطبقة السميكة من الصخور المصهورة والحارّة تحت قشرة الأرض – هي التي تجعل قاع البحر يتحرّك. وتحمل الحركات الدائريّة في الغلاف، الصخورَ المصهورة إلى حيود وسط المحيط، وتدفعها في الوديان المركزيّة في هذه الحيود. وحين تبرد هذه الصّخور وتتصلّب، تشكّل قاعاً جديداً يدفع القاع القديم والقارّات بعيداً عن الحيود.

وتجمع نظريّة ثالثة، نظريّة تكتونيّة الصّفائح، أفكار النظريّتين السابقتين وتضيف إليهما الكثير. بحسب هذه النظريّة، تتألّف قشرة الأرض من صفائح ضخمة وصلبة تتحرّك باستمرار حاملة معها قاع المحيط والقارّات. وتساوي الحركة النسبيّة لصفيحتين متجاورتين حوالى ١ إلى ١٠ سم في السنة. ويختلف تأثير حركات الصفائح في قاع المحيط والقارّات باختلاف اتّجاه هذه الحركات. فتوسّع قاع البحر (نشوء قاع جديد) يحدث حيث تتباعد الصفائح، وتكون حيود وسط المحيط معالم المناطق التي تشهد هذه الظّاهرة.

عندما تتباعد الصّفائح في مكان، يجب أن تتقارب في مكان آخر. عندما تتصادم صفيحتان، ترتفع إحداهما فوق الأخرى، فتشكّل جبالاً أو تدخل إحداهما في الغلاف تحت الأرض فتتشكّل خنادق وبراكين. وتحصل الزلازل عند حدود الصفائح أو بالقرب منها. فعند هذه الحدود، تتباعد الصفائح أو تتصادم أو تنزلق بمحاذاة بعضها البعض. وتزداد مساحة المحيط الأطلسيّ ببطء، فيما يضيق المحيط الهادىء بسبب تكتونيّة الصفائح.

وتتألّف القشرة المحيطيّة، وهي ذلك الجزء من قشرة الأرض الذي يشكّل قاع المحيط، من صخر صلب يسمّى البزلت. وتقع القارّات على القشرة القاريّة المؤلّفة إجمالاً من الجرانيت. وبما أنّ الجرانيت أخفّ من البزلت، تبدو القشرة القاريّة وكأنّها تطفو على الغلاف فوق القشرة المحيطيّة. ولأنّ أحواض المحيط غائرة، تستجمع المياه. وقد وضع العلماء عدّة نظريّات لتفسير امتلاء الأحواض بالمياه في البداية. لكنّ معظمهم متّفق أنّ الماء جاء من قلب الأرض، وأُطلق بشكل بخار عبر البراكين. وحين بردت الأرض، تكثّف البخار وأنتج كمّيات من الماء هطلت أمطاراً وملأت الأحواض المحيطيّة.

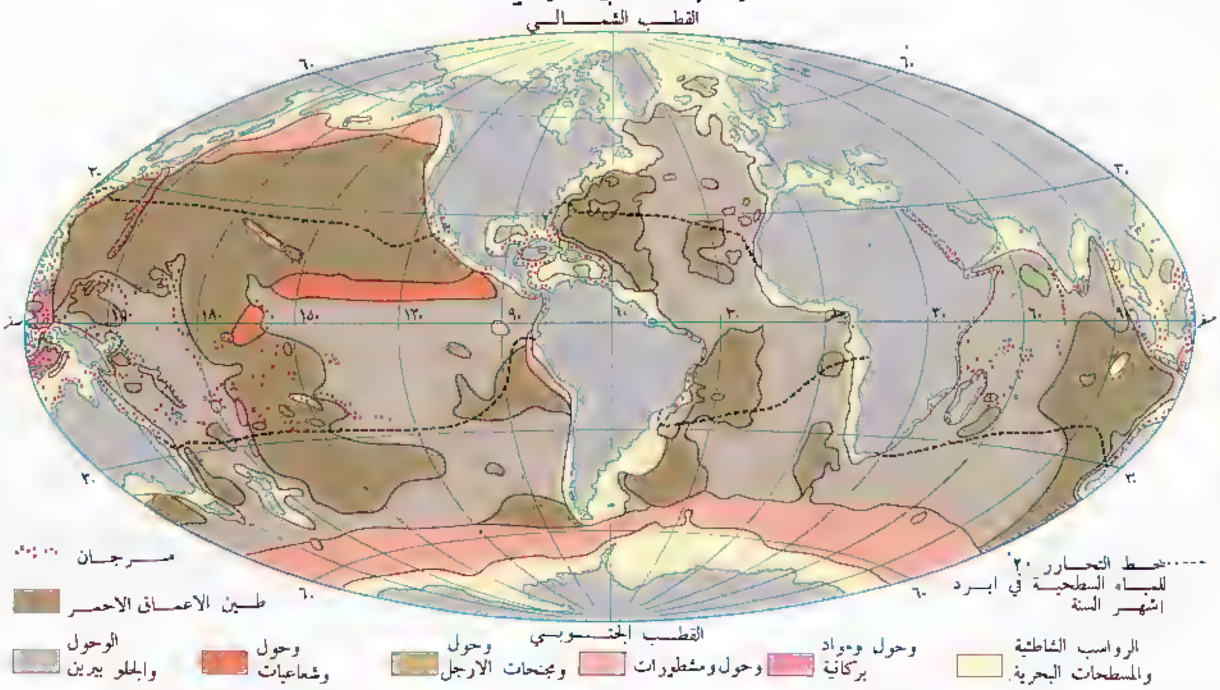
استكشاف المحيط

لماذا نستكشف المحيط؟ المحيط مصدر للطّعام والطّاقة والمعادن والأدوية. وهو مهمّ للنقل والتجارة ورياضات التجذيف والصيد والسباحة وغيرها. ويؤثّر تفاعل المحيط والغلاف الجوّي في ظروف المناخ والطقس. ونعتمد على المحيط في طرق كثيرة،



نلاحظ هنا انتشاراً واسعاً للطميّ المحتوي على رواسب حيوانات منخرية وأخرى مجنّحة الأرجل، وذلك في الأعماق البحرية التي تتراوح بين ٢٠٠٠ م و٤٠٠٠ م وتقدّر بـ ١٢٨ مليون كم². هذا بالإضافة إلى الطين الأحمر والغرين ذي الرواسب الشعاعيّة، اللذين يترسّبان في أعماق تزيد على ٤٠٠٠ م وتبلغ مساحتها ١٣٣ مليون كم².

الترسبات البحرية



ولذلك نريد أن نعلم كلّ ما نستطيع أن نعرفه عنه. وإذا استكشفنا المحيط ووسّعنا معلوماتنا عنه، نتمكّن من تحسين إدارتنا موارده.

أدوات الاستكشاف: لكي يفهم العلماء المحيط بشكل أبسط، عليهم أن يجمعوا المعلومات حول ظروفه. ومن الأدوات التي يستخدمها الأوقيانوغرافيون في عملهم: سفن الأبحاث، غوّاصات الأبحاث، الأقمار الصناعية والكومبيوترات.

يصل طول سفينة الأبحاث حوالى ٣٠ إلى ٩٠ م، وتضمّ مختبراً يسهّل للعلماء بحثهم، وهم في البحر. ويسافر الأوقيانوغرافيون على سفن الأبحاث لمراقبة الظّواهر المحيطيّة وإجراء القياسات. ويبقى كثيرون منهم في البحر لأسابيع أو شهور متواصلة. وكثيراً ما يعملون في بحار مائجة أو في أماكن بحريّة بعيدة.

ويستخدم العلماء أنواعاً مختلفة من الأدوات على سفنهم، مثل آلات التصوير الخاصّة بالأعماق التي تُستعمل لتصوير القاع. وترسل آلات إلكترونيّة موجات صوتيّة، وتسجّل الأصداء المرتدّة على القاع لتحديد عمق المياه. من أقوى آلات التسجيل، تلك التي تلتقط الأصداء المرتدّة من داخل قشرة الأرض، وهي تعطي العلماء معلومات عن تركيب القشرة. ومن الآلات ما يُستعمل لجمع عيّنات من مياه البحر من أعماق مختلفة، وذلك لقياس درجات الحرارة والملوحة وخصائص أخرى. وتجمع شبكات تجرّها السّفن، عيّنات من الحياة البحريّة لتخضع لبحوث لاحقة.

ومن الأدوات ما يطفو على سطح الماء، كالمنصّة العائمة Mooring Buoy، وهي مرتبطة بمرساة بواسطة كبل. توضع المنصّة العائمة على سطح الماء أو على عمق معيّن، وتُربط عدّة أدوات إلى الكبل. من هذه الأدوات ما يقيس سرعة تيّارات المحيط واتّجاهها على أعماق مختلفة، ومنها ما يقيس درجة حرارة المياه وملوحتها. ويُترك بعض المنصات لسنوات قبل أن تلتقط سفينة أبحاث الأدوات الموضوعة على الكبل، ويبدأ العلماء بتحليل المعلومات.

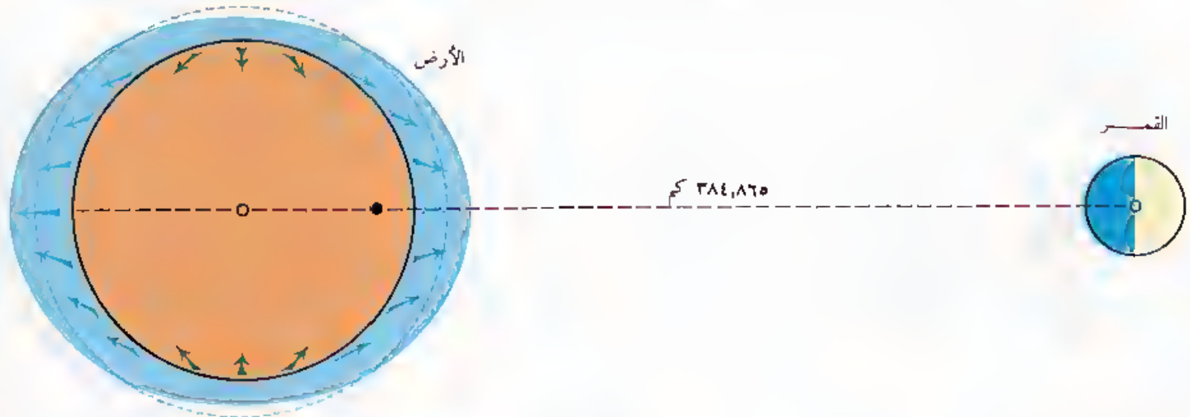
وهذه المنصّات العائمة تنجرف مع التيّارات المحيطيّة السطحيّة، وتؤمّن المعلومات حول الدورات المحيطيّة. ويمكن للمنصّات العائمة أن تسجّل ضغط الهواء أو درجة حرارة مياه السّطح. وقد ترسل المنصّات المعلومات إلى العلماء عبر الأقمار الصناعيّة. وينحرف بعض المنصّات مع التيّارات إلى مستويات أدنى من سطح المحيط.

ويستخدم الأوقيانوغرافيّون سفناً مجهّزة بآلات تحفر قاع المحيط، وترفع عيّنات من الرّواسب والصّخر الصّلب في القاع. وهذه العيّنات تفيد العلماء حول عمر القاع وتركيبه وتطوّره.

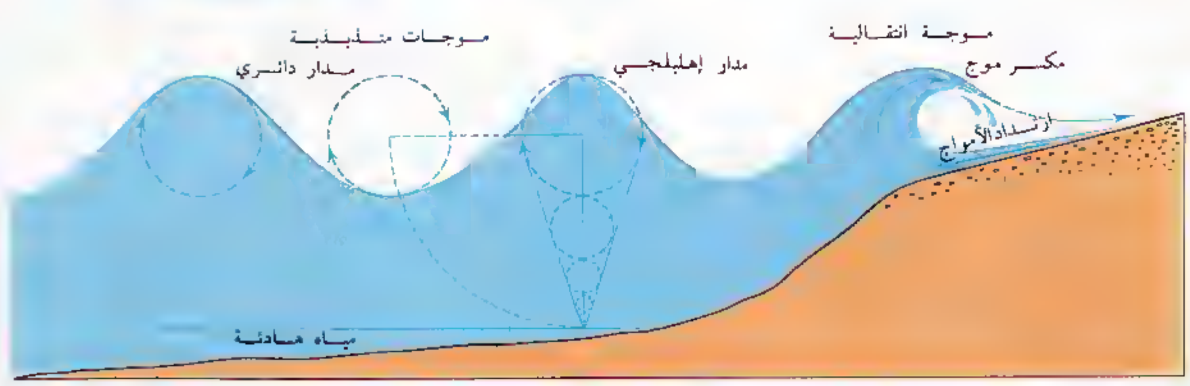
وتهبط الغوّاصات إلى أعماق المحيط لمراقبة تضاريس القاع الّتي لا يمكن أن تصلها الأدوات المنزلة من السّفن. ويحمل بعض الغوّاصات طاقماً بشريّاً، مثل الغوّاصتين الأميركيّتين ألفين Alvin وتورتل Turtle. ويعمل الفريق على تصوير القاع مستخدماً ذراعاً ميكانيكيّة تمتدّ خارج الغوّاصة. وتعمل الذراع على جمع العيّنات ووضع آلات البحث. ويرسل العلماء غوّاصات غير مأهولة تحمل آلات تصوير تلفزيونيّة يشغّلها العلماء من سفن على سطح المياه. في العام ١٩٨٥، وُجدت غوّاصتان غير مأهولتين، وهما أرجو Argo الأميركيّة وسار Sar الفرنسيّة، وحطام التيتانيك Titanic، سفينة الرّكاب البريطانيّة التي غرقت في المحيط الأطلسيّ في العام ١٩١٢. وقامت الغوّاصتان باستكشاف الحطام وجمع معلومات هامّة عنه. وقد تحمل الغوّاصات غوّاصين إلى الأعماق يخرجون من المركبات ويستكشفون القاع مباشرة.

وترسل الأقمار الصناعيّة المعلومات التي تجمعها المنصّات العائمة وسائر الأدوات إلى

حركة المدّ والجزر



حركة المدّ والجزر، في البحار والمحيطات، سببها جاذبيتا القمر والشمس، بالإضافة إلى القوى النابذة الناتجة عن حركة دوران الأرض حول نفسها.



الموج هو نتيجة تأثير الرياح، على سطح المياه، التي ترسم مداراً على شكل حلقة ذات قطر متناقص كلّما ازداد العمق.



موجة إعصارية تتجاوز ارتفاعها ٣٠ متراً



موجة متذبذبة



موجة إنتقالية «مكسر موج»



موجة مدار إهليلجي

الأوقيانوغرافيين على البرّ. وتصوّر الأقمار المحيط من مواقعها في مدارات حول الأرض، وتوزّع الجليد البحريّ وبقع النفط، وتشكّل الغيوم فوق المحيط. وتُستخدم الأقمار أيضاً لرسم خرائط حراريّة ولونيّة لسطح المحيط، وهذه الخرائط تساعد العلماء على دراسة التغيّرات اليوميّة الطّارئة على طرق التيّارات المحيطيّة وأنماطها. ويزداد اعتماد الأوقيانوغرافيين، يوماً بعد يوم، على الأقمار الصناعيّة لأنّها تقدّم معلومات أوسع وبسرعة أكبر ممّا هي الحال مع سفن الأبحاث.

وتساعد الكومبيوترات الأوقيانوغرافيين على جمع كمّيات هائلة من المعلومات الواردة من الأقمار الصناعيّة والأجهزة الّتي تحملها سفن الأبحاث وتحليل هذه المعلومات. ويستعمل العلماء الكومبيوترات لخلق نماذج، وهي تصوّرات رياضيّة، لحركات المحيط وتركيبه. وينكبّ العلماء على دراسة النماذج لفهم ظواهر المحيط وتوقّع تطوّرها واستيعاب تأثيرها على الغلاف الجوّيّ.

التيّارات البحريّة

تيّار اللابرادور

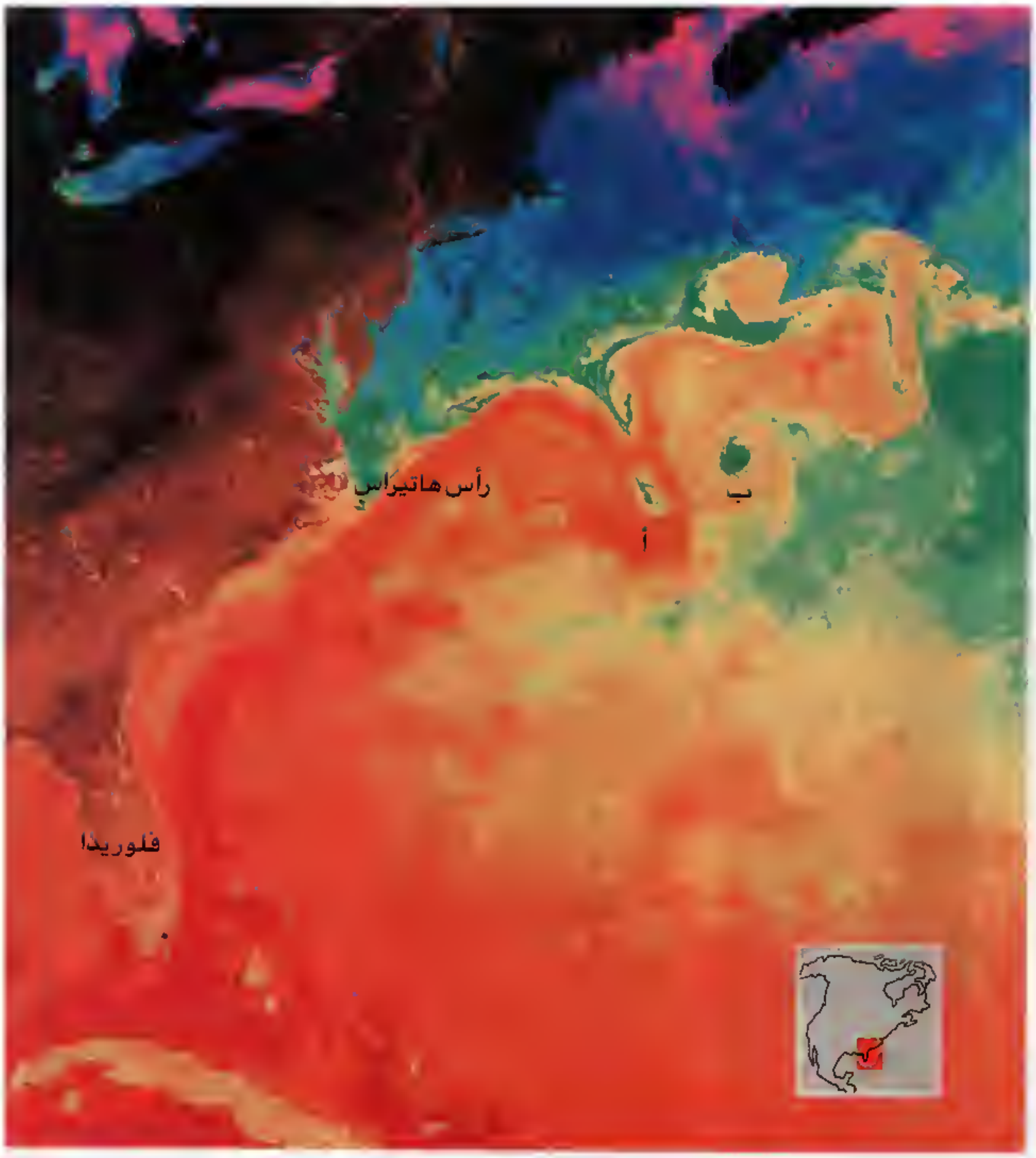
تيّار اللابرادور هو تيّار بحريّ بارد ينشأ في المحيط المتجمّد الشماليّ. وبعد انضمام مياه خليج هدسون إلى التيّار، يجري تيّار اللابرادور على طول سواحل اللابرادور حتّى يصل إلى نقطة قرب جزيرة نيوفوندلاند حيث ينضمّ إلى الجولف ستريم. ويصل تأثير تيّار اللابرادور حتّى نيو انجلاند جنوباً. ويسدّ الجليد موانىء منطقة اللابرادور خلال ستة أشهر تقريباً من السنة، ويعود ذلك بنسبة كبيرة إلى تأثير هذا التيّار البارد. لكن مرافىء الجزر البريطانيّة، التي تماثل منطقة اللابرادور من حيث العرض الجغرافيّ، تبقى مفتوحة للملاحة على مدار السنة. وعندما يلتقي الهواء البارد فوق تيّار اللابرادور مع الرّياح الدافئة والرطبة فوق الجولف ستريم، يتشكّل ضباب كثيف قبالة الساحل.

النينيو

النينيو هو تيّار حارّ في المحيط الهادىء، يجري جنوباً على طول الساحل الغربيّ لأميركا الجنوبيّة. ويسخّن هذا التيّار المياه الباردة طبيعياً قبالة ساحل الإكوادور والبيرو. ويظهر النينيو (El Niño، تعبير إسبانيّ يعني الطفل) عادة قرابة عيد الميلاد. ويظهر هذا التيّار الحارّ كلّ سنة تقريباً، ويستمرّ من كانون الأول أو كانون الثاني إلى آذار. لكنّ العلماء يستعملون عبارة النينيو لوصف حدث أطول، له تأثيرات واسعة.

اكتشف النينيو لأوّل مرّة في أوائل القرن السادس عشر. ومنذ ذلك الوقت، ظهر بما معدّله مرّة واحدة كلّ أربع سنوات. ويقضي الارتفاع في درجة حرارة المياه على الكثير من الأسماك والطيور البحريّة، إذ يمنع المياه الباردة الغنيّة بالموادّ المغذّية من الصعود إلى السطح. ويمكن أن يؤثّر النينيو أيضاً في الشروط المناخيّة في أماكن أخرى من العالم. فقد سبّب النينيو القويّ الذي ظهر في العامين ١٩٨٢ و١٩٨٣ جفافاً شديداً في أستراليا وأندونيسيا وعدداً كبيراً بشكل غير اعتياديّ من العواصف في ولاية كاليفورنيا الأميركيّة. كما أنّه سبّب أمطاراً عنيفة وفيضانات مدمّرة في الإكوادور والبيرو.

ويقول العلماء إنّ النينيو متّصل بتغيّر في اتّجاه حركات الهواء فوق المنطقة الإستوائيّة من المحيط الهادىء. ويؤدّي التغيير في اتّجاه الرّياح إلى تغيير في حركة مياه المحيط ودرجة حرارتها، ما يؤدّي بدوره إلى فوضى أكبر في حركات الهواء والتيّارات المحيطيّة.



تيّار الجولف ستريم كما أُخذ من الفضاء الخارجيّ بواسطة الأقمار الصناعيّة

الجولف ستريم

الجولف ستريم هو ثاني تيّار في العالم من حيث كميّة المياه التي ينقلها، وهو عبارة عن نهر من الماء الحارّ يساهم في نقل الطاقة الحراريّة من المناطق الإستوائيّة إلى المناطق البعيدة عن خطّ الإستواء. ويشكّل هذا التيّار السريع، الطرف الشماليّ الغربيّ من شبكة كبيرة من التيّارات التي تجري في اتّجاه دوران عقارب الساعة في شمال المحيط الأطلسيّ. وللجولف ستريم تأثير كبير في المناخ والنقل البحريّ وحركة المغذّيات والنفايات في المحيط.

وكان رجل الدولة والعالم الأميركيّ بنجامين فرانكلين مَن أطلق اسم الجولف ستريم على هذا التيّار. وقد ظنّ فرانكلين أنّ التيّار يبدأ في خليج المكسيك. لكنّ الجولف ستريم يتشكّل في الحقيقة في غرب البحر الكاريبي ويجري عبر خليج المكسيك ومضيق فلوريدا. ويجري التيّار بعد ذلك شمالاً على طول الساحل الشرقيّ للولايات المتّحدة إلى رأس هاتيراس Cape Hatteras في نورث كارولينا، حيث يغيّر اتّجاهه ويجري في اتّجاه الشمال الشرقيّ.

في الصورة أعلاه التي التقطها القمر الصناعيّ الأميركيّ NOAA المخصّص للرصد الجوّيّ، يمثّل اللونان الأحمر والبرتقالي مياهاً حارّة تتجاوز درجة حرارتها ٢٣° مئوية، بينما تمثّل الألوان الأرجوانية المياه الباردة التي لا تتجاوز درجة حرارتها ١٠° مئوية، وتبدو المياه المتوسّطة الحرارة بالأصفر والأخضر والأزرق. ويصبح مجراه عندئذٍ أكثر اضطراباً، ويشكّل بعض تعرّجاته حلقاتٍ دوّامة حارّة (أ) وباردة (ب). يبرد الماء تدريجياً بإطلاقه الحرارة في الجوّ وامتزاجه مع مياه المحيط الباردة، ما يجعل القمر الصناعيّ يفقد أثره في وسط المحيط الأطلسيّ.

تشمل شبكة شمال الأطلسيّ تيّارات أخرى كبيرة مثل التيّار الإستوائيّ الشماليّ وتيّار شمال الأطلسيّ وتيّار الكناري.

تيّار البيرو

تيّار البيرو هو تيّار عريض بارد يجري على عمق قليل في المحيط الهادىء. ويجري هذا التيّار ببطء في اتّجاه الشمال على طول الساحل الغربيّ لأميركا الجنوبيّة. وقبالة ساحل البيرو، تكون درجة حرارة مياهه أقلّ بـ ٨° مئويّة من درجة الحرارة الطبيعيّة لسطح المحيط الهادىء في ذلك العرض الجغرافيّ. ويعتقد معظم العلماء أنّ مياه التيّار الباردة ناتجة بشكل رئيسيّ عن تأثير الرّياح التي تبعد المياه السطحيّة الدافئة عن الساحل. ويؤدّي ذلك إلى صعود المياه الباردة إلى السطح. ويُعرف هذا التيّار أيضاً باسم تيّار همبولت.

تيّار اليابان

تيّار اليابان هو تيّار دافىء داكن اللوّن يجري في غرب المحيط الأطلسيّ. ويُطلق أيضاً على هذا التيّار اسم كوروشيو، وهو تعبير يابانيّ يعني التيّار الأسود. ويؤثّر تيّار اليابان في المناخ فيدفئه في القسم الأكبر من مجراه. ويبدأ هذا التيّار في بحر الفيليبين، حيث ينفصل عن التيّار الإستوائيّ الشماليّ. ثمّ يمرّ أمام الساحل الشرقيّ لتايوان ويجري في اتّجاه الشمال الشرقيّ باتّجاه اليابان. وقرب اليابان، يغيّر التيّار اتّجاهه ويجري في اتّجاه الشرق ويصبح ما يُعرف بامتداد تيّار اليابان. ثمّ ينضمّ إلى تيّار أويا البارد القادم من الشمال لتشكيل تيّار شمال الهادىء.

المدّ والجزر في المحيطات

يمكن اعتبار المدّ والجزر موجات قسرية بتحرك جزء منها، ويبقى الجزء الآخر ثابتاً. وتتجلى هذه الموجات بحركات عامودية لسطح البحر (يسمّى ارتفاعها الأقصى، المنسوب الأعلى للمياه وارتفاعها الأدنى، المنسوب الأدنى للمياه)، وبحركات أفقيّة متعاقبة لمياه البحر. وتسمّى هذه الظاهرة بتيارات المدّ والجزر. وتُستعمل كلمتا انحسار وارتفاع على التوالي، كتعبير عن عمليتي الجزر والمدّ.

القوى المولّدة المدّ والجزر

وهي القوى التي تتسبب بحركة المدّ والجزر. وهي حصيلة كلّ من قوّة الجذب القمريّة أو الشمسيّة من جهة وقوّة القصور الذاتي (قوّة الطرد المركزيّ)، من جهة أخرى، والتي تنتج عن حركة الأرض في المدار حول مركز الثقل المشترك للنظام الأرضي–القمريّ أو الأرضي–الشمسيّ.

وإذا أخذنا في الإعتبار النظام الأرضي–القمريّ، فإنّ القوّة المولّدة المدّ والجزر تتوجّه عاموديّاً إلى أعلى، في النقطتين من سطح الأرض، حيث يكون القمر على خطٍّ عاموديّ بالنسبة للأرض (في الجهة ذاتها وفي الجهة المقابلة من الأرض). وتتوجّه القوّة المولّدة المدّ والجزر، عاموديّاً إلى أسفل في كلّ الأمكنة (وتشكّل دائرة)، حيث يكون القمر في تلك اللحظة على مستوى الأفق. وهناك مركّب أفقيّ أيضاً للقوّة المولّدة المدّ والجزر، في كلّ الأمكنة الأخرى. ولمّا كان هذا النمط من القوى مقترناً بموقع القمر بالنسبة للأرض، ولمّا كانت عودة القمر إلى موقعه بالنسبة إلى مكان ما على الأرض، تستغرق في ما يتعلّق بهذا المكان، دورة مدّتها ٢٤ ساعة و٥٠ دقيقة وسطيّاً، فإنّ القوّة المولّدة المدّ والجزر في مكان ما، تكون لها الدورة ذاتها. وعندما يكون القمر على سطح خطّ الإستواء، فإنّ القوّة المولّدة المدّ والجزر، تمرّ خلال الفترة المذكورة في دورتين متطابقتين، بسبب تماثل النمط الشامل للقوى المفصّلة أعلاه. وبالتالي فإنّ دورة المدّ والجزر تستغرق في هذه الحالة ١٢ ساعة و٢٥ دقيقة، وهي فترة المدّ القمريّ نصف اليوميّ. إنّ تغيّر موقع القمر بالتناوب، مرّة إلى الشمال ومرّة إلى الجنوب من خطّ الإستواء، يسبّب اختلافاً بين الدورتين المتعاقبتين خلال الفترة الزمنية البالغة ٢٤ ساعة و٥٠ دقيقة. ويتمّ اصطلاحاً، تعريف أثر هذا الإختلاف بأنّه تطابق للمدّ الجزئيّ الذي يُدعى المدّ القمريّ اليوميّ، والذي تستغرق دورته ٢٤ ساعة و٥٠ دقيقة، مع المدّ القمريّ نصف اليوميّ.

وتتسبّب الشمس بالطريقة ذاتها، بحدوث مدّ شمسيّ نصف يوميّ، لفترة ١٢ ساعة، ومدّ شمسيّ يوميّ مدّته ٢٤ ساعة. وفي وصف كامل للتغيرات المحلّية في قوى المدّ، فإنّ حركات مدّ جزئيّة أخرى تلعب دوراً لها، بسبب الاختلافات إضافية بين دوران الأرض ودوران القمر، كلّ في مداره.

إنّ تداخل قوى المدّ الشمسيّ مع قوى المدّ القمريّ (والقوى الثانية أكبر من الأولى بما يعادل ٢٫٢ مرّة)، يتسبّب بالإختلاف المنتظم في نطاق المدّ بين المدّ الأعلى أي عندما يبلغ حدّه الأقصى، وبين الجزر المحاقيّ، أي عندما يكون في حدّه الأدنى.

وعلى الرغم من أنّ القوى المولّدة المدّ ضئيلة جداً إذا ما قورنت بقوّة جاذبية الأرض (تبلغ قوّة المدّ القمريّ في أقصاها ١٫١٤ x ١٠^-٧ مرّة قوّة الجاذبية)، إلّا أنّ تأثيرها على البحر ملحوظ، بسبب مركّبها الأفقيّ. وحيث أنّه لا يحيط بالأرض غلاف غير منقطع من المياه، وإنّما تتوالى فيها، بشكل غير منتظم، مساحات اليابسة والبحار، فإنّ ميكانيكية ردّ فعل المحيطات والبحار على قوى المدّ والجزر معقّدة جدّاً. يضاف إلى ذلك تعقيد آخر، تشكّله قوّة الإنحراف الناتجة عن دوران الأرض.

وفي الأماكن المغلقة المكوّنة من الثغور والخلجان، يتولّد المدّ المحلّي، نتيجة للتفاعل مع حركات المدّ في المحيطات المفتوحة المجاورة. وغالباً ما يأخذ هذا المدّ شكل أمواج مدّ متحرّكة، تدور ضمن حدود الخليج أو الثغر. أمّا في بعض البحار نصف المغلقة مثل البحر المتوسط والبحر الأسود والبلطيق، فإنّ موجة ثابتة أو ارتفاع في مستوى المياه Tidal Seiche، يمكن أن يتولّد بواسطة القوى المحلّيّة الرافعة للمدّ Tide-Raising.

وفي تلك البحار، يبقى الإختلاف لمستوى سطح البحر، بين حركتي المدّ والجزر ضمن حدود السنتيمترات. أمّا في المحيطات المفتوحة، فإنّ هذا الإختلاف يبلغ عشرات السنتيمترات. إلّا أنّ نطاق المدّ في الخلجان والبحار المجاورة لها، يمكن أن يكون أكبر من ذلك بكثير، إذ إنّ شكل حوض الخليج أو البحر المجاور له، يمكن أن يعزّز المدّ في الداخل، كما يمكن أن يتسبّب مع المدّ، بحدوث ظاهرة الرنين. وتحدث أكبر عمليات المدّ المعروفة في خليج فوندي، حيث تمّ تسجيل أعلى مدّ، بلغ ١٥ متراً.

البحر المتوسّط

يُعتبر البحر المتوسّط منذ القِدم من أهمّ الطرقات التجارية. وقد شهدت شواطئه الكثير من الحضارات القديمة، بما فيها حضارات مصر واليونان وفينيقيا وروما. وهو اليوم بجزره ومناطقه الساحلية واحد من أكثر المناطق في العالم اجتذاباً للسيّاح.

الموقع والمساحة: تحيط اليابسة بالبحر المتوسّط من جميع الجهات تقريباً، كما يدلّ على ذلك اسمه باللاتينية ومعناه «الذي يقع في وسط اليابسة». فإلى الشمال من المتوسط، تقع أوروبا؛ وتأتي آسيا إلى الشرق منه؛ أمّا أفريقيا فتقع إلى الجنوب.

ويتصل المتوسّط بالمحيط الأطلسيّ من الجهة الغربية عبر مضيق جبل طارق. وهناك مضيق آخر هو الداردانيل ويصل البحر المتوسط من جهة الشرق ببحر مارمارا ومضيق البوسفور والبحر الأسود. وعلى الجهة الجنوبيّة الغربيّة، يفصل برزخ السويس ما بين البحر المتوسّط والبحر الأحمر، وتعبر هذا الشريط الضيّق من الأرض، قناة السويس وهي مجرى مائيّ صناعيّ.

يغطّي البحر المتوسّط مساحة ٢٫٥١٠٫٠٠٠ كيلومتر مربّع تقريباً. أمّا مساحة البحر الأسود، والذي يعتبره الكثيرون جزءاً من المتوسّط، فتبلغ حوالى ٤٤٨٫٠٠٠ كيلومتر مربّع. وتبلغ عدّة تفرّعات للبحر المتوسّط حدّاً من الاتّساع يكفي لكي نعتبرها بحوراً، وهي تتضمّن الأدرياتيكيّ والأيونيّ والتيرانيّ وإيجه.

إذا ما استثنينا البحر الأسود، فإنّ طول المتوسّط يبلغ أكثر من ضعفيّ عرضه. ويبلغ المتوسّط أقصى طول له، أي حوالى ٣٥٤٠ كيلومتراً، بين مضيق جبل طارق والإسكندرونة، بينما يبلغ أقصى عرض له بين ليبيا وكرواتيا، وهي مسافة تبلغ ١٦٠٠ كيلومتر تقريباً.

قاع البحر: إنّ سلسلة من المرتفعات تحت الماء بين صقلية وتونس تقسم البحر المتوسط إلى حوضين. والحوض الشرقيّ أعمق من الحوض الغربيّ. ويبلغ معدّل عمق المياه في المتوسط ١٥٠١ متر. كما يبلغ أقصى عمق لها ٥٠٩٣ متراً في منخفض يسمّى الممرّ الهلينيّ، ويقع بين اليونان وإيطاليا.

وكثيراً ما تقع الهزّات الأرضية في منطقة المتوسّط، وعلى الأخصّ في اليونان وغربيّ تركيا. وقد تشكّل الكثير من الجزر في المتوسط نتيجة للثورات البركانيّة؛ وما يزال بعض البراكين يقذف حممه في المنطقة، كبراكين جبال إتنا وسترومبولي وفيزوف.

ويشرح علماء الأرض الهزّات الأرضيّة والنشاطات البركانيّة بنظرية الصفائح التكتونية، التي تقول بأنّ قشرة الأرض هي مؤلّفة من حوالى ثلاثين صفيحة صلبة تتحرّك ببطء وباستمرار. وتنضغط حركات الصفائح التي تحمل أوروبا وأفريقيا وقاع البحر المتوسّط على قشرة الأرض، وتمدّدها في منطقة المتوسّط، متسبّبة بهزّات أرضيّة وثورات بركانيّة.

الساحل والجزر: تكثر الخلجان على سواحل المتوسّط. وبالمقابل، تبرز داخل البحر عدّة أشباه جزر كبيرة، مثل شبه جزيرة إيطاليا وشبه جزيرة البلقان. وترتفع فجأة عن سطح الماء، تلال وعرة، على طول الساحل تقريباً.

أمّا سواحل مصر وليبيا فهي منبسطة، ويتجاور فيها البحر مع السهول. وتبلغ مساحة صقلية، وهي كبرى جزر المتوسّط، ٢٥٫٧٠٨ كم². أمّا الجزر الكبيرة الأخرى فهي من أكبرها إلى أصغرها: سردينيا، قبرص، كورسيكا وكريت.

المناخ: يبلغ معدّل حرارة سطح المياه في المتوسّط حوالى ١٦° مئويّة، وقد تبلغ هذه الحرارة في الصيف ٢٧° مئويّة، ولكنّها كثيراً ما تهبط إلى ما دون ٤° مئويّة. وتصبح الفروقات في درجة الحرارة ضئيلة جدّاً في منتصف المسافة إلى القاع وبقربه، حيث تتراوح بين ١٢° إلى ١٥° مئويّة على مدار السنة.

إنّ هذه الكميّة الهائلة من المياه الدافئة تجعل من مناخ الأراضي المحيطة بها مناخاً معتدلاً وشبه استوائيّ. فالصيف في معظم بلدان المتوسّط حارّ وجافّ، أما الشتاء فمعتدل وممطر. وهذه الظروف المناخية أصبحت تُعرف بـ«المناخ المتوسّطيّ» مهما تكن البقعة من العالم التي تسيطر عليها. وفي كلّ من مصر وليبيا، يسود مناخ استوائيّ أكثر حرارة وجفافاً من المناخ المتوسّطيّ النموذجيّ.

وتهبّ رياح حارّة تُعرف باسم «الشرقيّة» (الخماسين، الشلوق) من أفريقيا باتجاه جنوب أوروبا عبر المتوسّط. وفي الاتجاه المعاكس، تهبّ رياح باردة تدعى «الميسترال» من فرنسا لناحية البحر.

وتأتي مياه المتوسّط بمعظمها من المحيط الأطلسيّ والبحر الأسود ومن تساقط الأمطار، كما تصبّ فيه عدّة أنهر كبيرة. ويتضمّن أكبرها نهر إيبرو في إسبانيا والنيل في مصر ونهر البو في ايطاليا والرون في فرنسا. إلّا أنّ كميّة المياه الآتية من النيل قد شحّت منذ سنة ١٩٦٤، عندما بدأ سدّ أسوان العالي في مصر بالحدّ جزئيّاً من تدفّق مياهه.

إنّ المناخ الحارّ والجافّ يرفع من معدّل تبخّر مياه المتوسّط، ما يجعلها أكثر ملوحة من مياه الأطلسيّ.

ويشهد معظم أجزاء المتوسّط حركتيّ مدّ وحركتيّ جزر كلّ ٢٤ ساعة تقريباً. لكنّ معدّل الفارق في مستوى المياه بين المدّ والجزر هو بمقدار ٠٫٣ متر. ويجري تيّار قويّ من البحر الأسود إلى المتوسّط، كما يتدفّق إليه تيّار آخر من المحيط الأطلسيّ عبر مضيق جبل طارق. وتحت هذا التيّار السطحيّ المقبل من الأطلسيّ، يجري في الأعماق تيّار من المياه الكثيفة المالحة بالاتجاه المعاكس.

الأهميّة الإقتصاديّة: إنّ المناخ الدافىء والمناظر الخلابة والأهميّة التاريخيّة لمنطقة المتوسّط تجذب الملايين من السيّاح في كلّ عام. وتعتبر الجزر اليونانيّة والريفييرا الفرنسيّة والإيطاليّة من أكثر المنتجعات السياحيّة شهرةً. ولا يشكّل البحر المتوسّط مورد رزق واسعاً للتجارة بصيد الأسماك، لكنّه مصدر غذاء هامّ لسكّان المنطقة. إنّ الأسماك المتوافرة بشكل رئيسيّ

تتضمّن: البَلَم (الأنشوفة) والسردين والقريدس وسمك التون. وهناك أيضاً الإسفنج والمرجان. والبحر المتوسّط طريق بحريّة هامّة تربط ما بين أوروبا والشرق الأوسط وآسيا. وتستعمل السفن قناة السويس كممرّ بين المتوسّط والبحر الأحمر. وقد تمّ اكتشاف مخزونات من النفط والغاز الطبيعي في قاع المتوسّط، لكن معظم هذه الموارد يبقى غير مستثمر.

كيف تكوّن البحر المتوسط؟

ويمكن تفسير عمليّة تكوين البحر المتوسّط من خلال نظريّة الصفائح التكتونيّة. فمنذ حوالى ٢٥٠ مليون سنة، كانت القارّات تشكّل كتلة واحدة من اليابسة تسمّى پانجيا. وعلى الساحل الشرقي لهذه الكتلة، كان هنالك خليج هائل يسمّى بحر تيثيس، تطوّر في ما بعد ليصبح البحر المتوسّط. ومع مرور الزمن، انقسمت پانجيا إلى عدّة قارّات أخذت تنجرف ببطء إلى مواقعها الحاليّة. وخلال عمليّة الانجراف، كانت كتلة أوراسيا تدور باتّجاه عقارب الساعة، بينما كانت أفريقيا تدور في الإتّجاه المعاكس. وقد تسبّبت حركة الكتلتين بفتح ممرّ مائيّ في الطرف الغربيّ من البحر جعله يرتبط بالمحيط. ومنذ حوالى ٦٥ مليون سنة، أغلق دوران هاتين القارّتين الطرف الشرقيّ لبحر تيثيس إغلاقاً شبه تامّ، ما أعطى للمتوسّط شكله الحالي.

ويعتقد بعض علماء الأرض أنّ البحر المتوسّط قد جفّ تماماً لعدد من المرّات (حوالى ١٢ مرّة)، في الفترة ما بين الـ ٧.٥ ملايين سنة والـ ٥.٥ ملايين سنة خلت. ففي تلك الحقبة، أغلقت حركة أوروبا وأفريقيا، مضيق جبل طارق، ثم أعادت فتحه عدّة مرات؛ وفي كلّ مرّة، كان ينغلق فيها المضيق، كان البحر المتوسّط يبدأ بالجفاف. وقد تكون، أيضاً، العصور الجليديّة سبباً بانخفاض مستوى مياه الأطلسي، الأمر الذي حال دون عبور تلك المياه من المضيق إلى البحر المتوسّط. وبعد فترة جفاف دامت حوالى الألف سنة، حلّت مكان المتوسّط صحراء كبرى انتشر فيها بعض البحيرات المالحة. وبعد أن انفتح المضيق من جديد، اندفعت المياه من الأطلسي على شكل شلّال هائل، فعاد وامتلأ المتوسّط، خلال فترة قاربت المئة عام.

وفي سنة ١٩٧٠، وجد العلماء أدلّة تدعم نظريّة الصحراء. إذ قام جيولوجيّون على متن سفينة تدعى Glomar Challenger، بأخذ عيّنات من صخور في قاع البحر المتوسّط. وتبيّن أنّ هذه العيّنات تحتوي على ترسّبات من الملح ومعادن أخرى تعرف بالـ Evaporites، ناتجة عن تبخّر المياه المالحة. إلّا أنّ بعض الباحثين يرى أن هذه الترسّبات قد تكون نجمت عن انخفاض حادّ في مستوى مياه المتوسط من دون أن يجفّ تماماً.

تاريخ البحر المتوسّط: يعتقد الكثير من المؤرّخين أنّ الحضارة الغربيّة قد وُلدت في منطقة المتوسّط. فقد نشأت الحضارات القديمة على شواطىء البحر حيث كانت الظروف ملائمة لتطوّرها. وكان المناخ المعتدل، سبباً في تشجيع الشعوب على الاستقرار، كما كانت مياه البحر الهادئة والرياح المعتدلة في معظم أيّام السنة، عاملاً في تسهيل الإبحار بشكل نسبي. يضاف إلى ذلك وجود الخلجان والكثير من الجزر التي كان البحّارة يستعملونها كموانىء.

من المرجح أن تكون حضارة مصر القديمة، أولى الحضارات الكبرى التي ازدهرت في منطقة المتوسّط. فقد انشأ المصريون حكومة وطنيّة موحّدة منذ العام ٣١٠٠ قبل الميلاد، كما بدأوا باعتماد نظام للكتابة حوالى العام ٣٠٠٠ ق.م. وظهرت أول حضارة أوروبيّة هامّة، وهي حضارة مينوى، على جزيرة كريت في تلك الفترة تقريباً. أما على البحر اليوناني، فقد ازدهرت حضارة أخرى سمّيت Helladic، كما أن إحدى مدن هذه الحضارة وتدعى «مسّيني»[1] قد بلغت حدّاً من العظمة، جعل بعض المؤرّخين يطلقون اسم الحضارة المسينيّة على الحقبة المتأخّرة من الحضارة Helladic. وقد سيطرت السفن المسينيّة على المتوسّط بحلول العام ١٤٥٠ ق.م. وقامت برحلات تجاريّة إلى مدن بعيدة أصبحت تعرف اليوم بلبنان وسوريا.

وبعد العام ١٢٠٠ ق.م. تقريباً، بدأ الفينيقيّون بالسيطرة على البحر المتوسّط، منطلقين من مدنهم على الشاطىء الشرقيّ، إلى كلّ أرجاء المتوسّط. وقد وصل البحّارة الفينيقيّون عبر مضيق جبل طارق، إلى المحيط الأطلسي. أمّا قرطاجة، وهي مدينة أسّسها الفينيقيّون، فقد أصبحت قوّة بحريّة كبيرة بعد حوالى العام ٦٠٠ ق.م. ومع حلول سنة المئة ميلاديّة، سيطرت الأمبراطوريّة الرومانيّة على كلّ شواطىء البحر المتوسّط، فأطلق الرومانيّون عليه اسم Mare Nostrum أي «بحرنا».

وبقي البحر المتوسّط أهمّ طريق بحريّة في العالم لمدّة قرون. ففي الحقبة ما بين سنتيّ ١١٠٠ و١٤٠٠، أصبحت المراكز التجاريّة المتوسّطيّة، كمدن برشلونة والقسطنطينيّة (تعرف الآن بـ «اسطنبول») وجنوى والبندقيّة (ڤينيسيا)، همزة وصل بين أوروبا وآسيا، فكانت سفنها تنقل البضائع من الهند والصين عبر البحر إلى أوروبا. وقد أبحر البحّاثة البرتغالي ڤاسكو دي جاما حول أفريقيا عام ١٤٩٧، ووصل إلى الهند في عام ١٤٩٨. ومنذ ذلك الوقت، بدأت السفن باستعمال هذه الطريق البحريّة الأكثر سهولة، للوصول إلى الشرق، فتراجعت أهميّة البحر المتوسّط كممرّ للتجارة، وبقيت كذلك حتى أوائل القرن التاسع عشر.

إنّ افتتاح قناة السويس سنة ١٨٦٩، جعل من المتوسط جزءاً من طريق بحريّة، هي الأقصر بين أوروبا وآسيا. وقد بقي البحر المتوسّط أحد أهمّ خطوط النقل البحريّ في العالم، حتى عام ١٩٦٧، عندما تمّ إغلاق قناة السويس بسبب الحرب العربيّة الإسرائيليّة، إلى أن أعيد فتحها سنة ١٩٧٥.

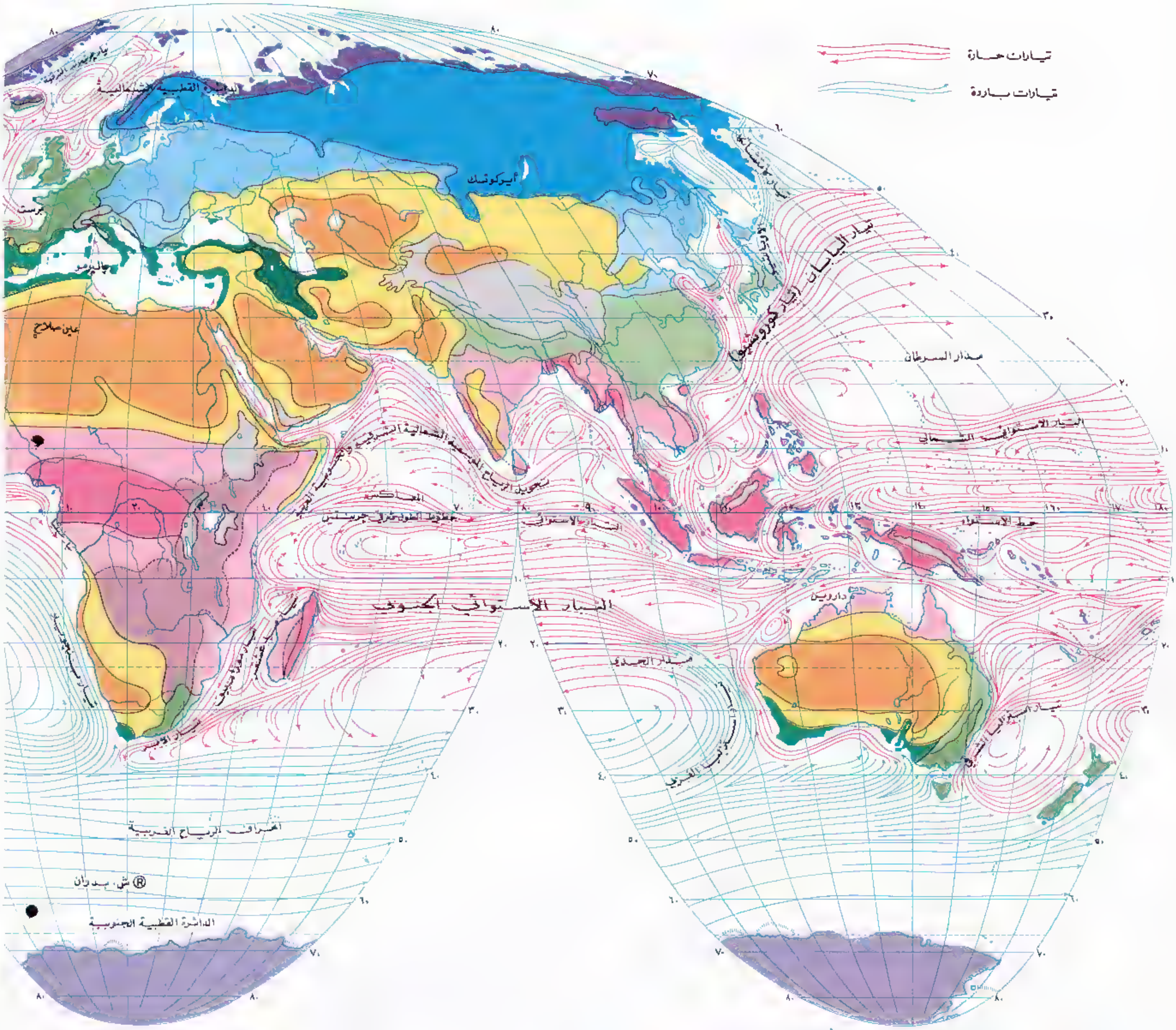
وقد أصبح التلوّث في البحر المتوسّط مشكلة خطيرة. وأهمّ مصادره هي النفط، مجارير الصرف الصحيّة، الأسمدة الزراعيّة، مبيدات الحشرات والملوّثات الصناعيّة بما فيها القطران، أكياس البلاستيك والنفايات التي تلقيها السفن والطائرات. ويأتي معظم المواد المسبّبة للتلوّث، من المدن الساحليّة أو من الأنهار التي تحمل الموادّ الملوّثة من الداخل. ويهدّد التلوّث الحياة البحريّة في المتوسّط، كما تهدّد المياه الملوّثة، التجمّعات السكنيّة، إذ تتسبّب بانتشار أمراض التيفوئيد والتهاب الكبد وأمراض أخرى.

وفي سنة ١٩٧٦، رعى برنامج الأمم المتحدة للبيئة United Nations Environment Program (U.N.E.P)، معاهدة، سمّيت باتفاقيّة حماية البحر المتوسّط من التلوّث. وتُعرف هذه الإتفاقيّة أيضاً باسم اتفاقيّة برشلونة في اسبانيا حيث تمّ توقيعها. وقد صادقَ، على هذه المعاهدة، كلّ الدول المطلّة على المتوسّط. وتدير الأمم المتحدة برامج إنمائيّة لمشاريع تحدّ من تلوّث البحر المتوسط وتتابع آثار التلوّث فيه.

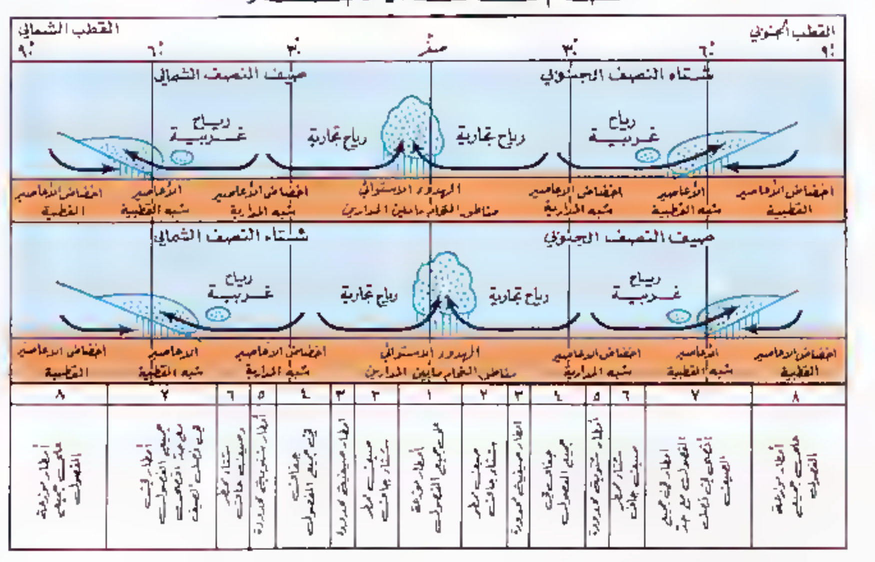


صورة أُخذت بواسطة الأقمار الصناعيّة من الفضاء الخارجيّ،
وتبيّن بوضوح تدفّق مياه المحيط الهادىء في البحر المتوسط عبر مضيق جبل طارق

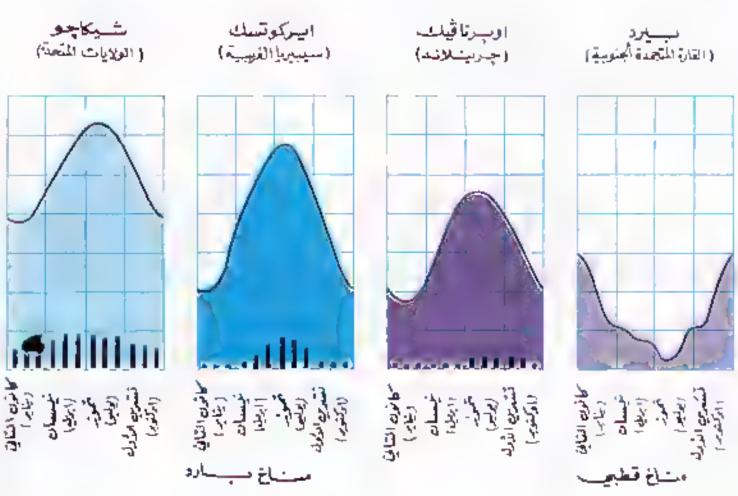
(١) مسّيني: حضارة ازدهرت في العصر البرونزي وتأسّست وتألّقت في عهد الحضارة الكريتيّة القديمة.

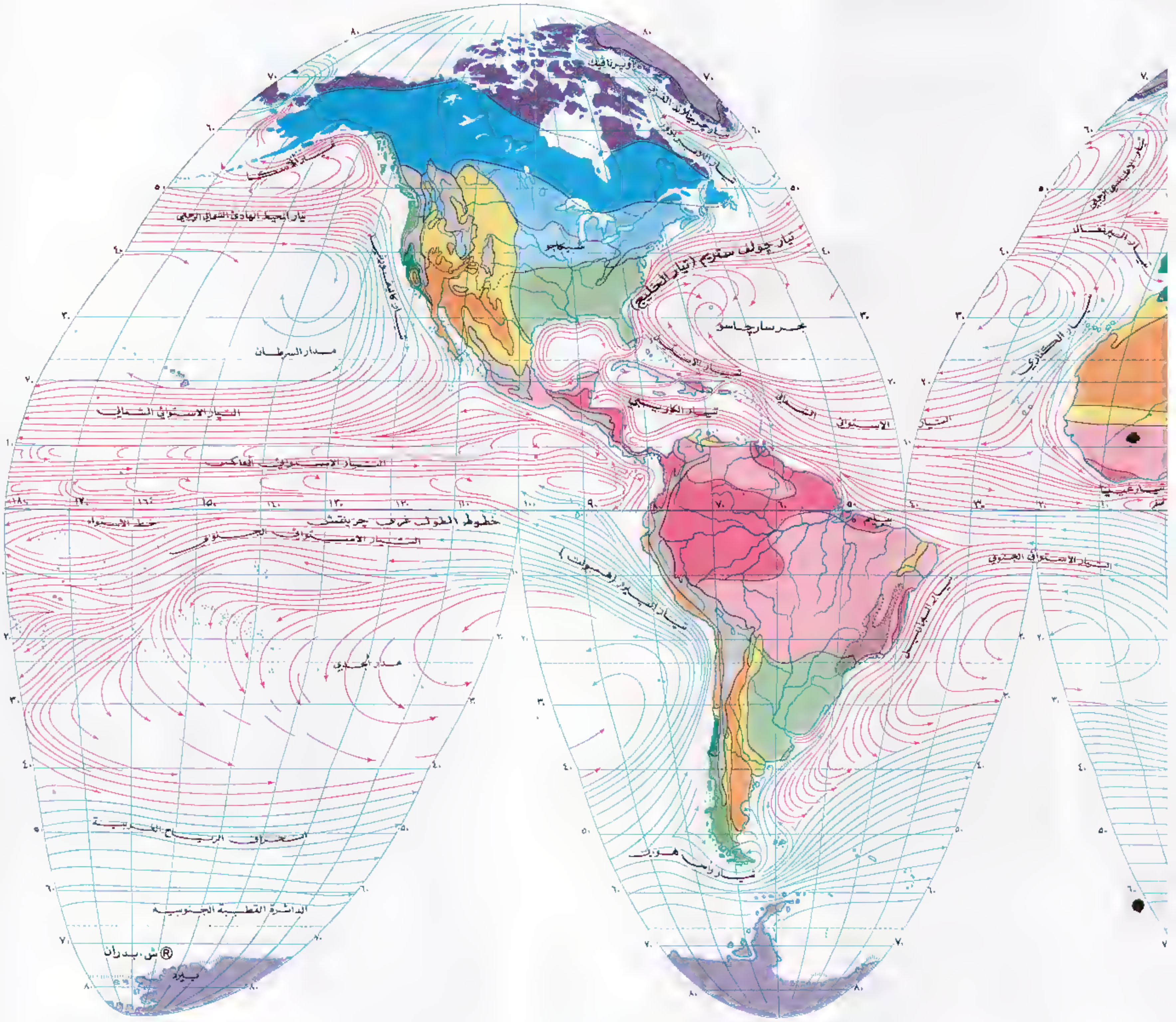


نظام تساقط الأمطار



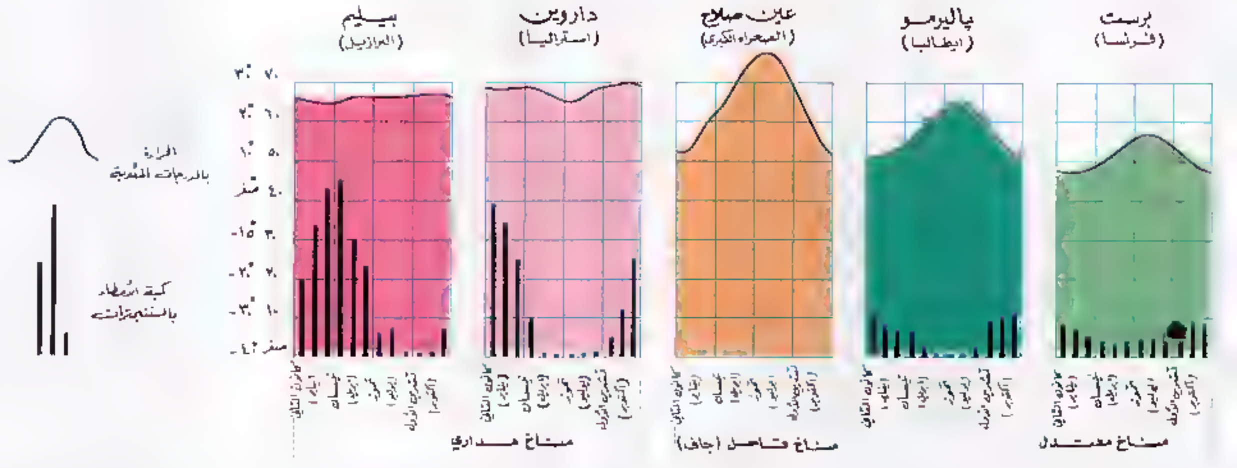
الحرارة والرطوبة

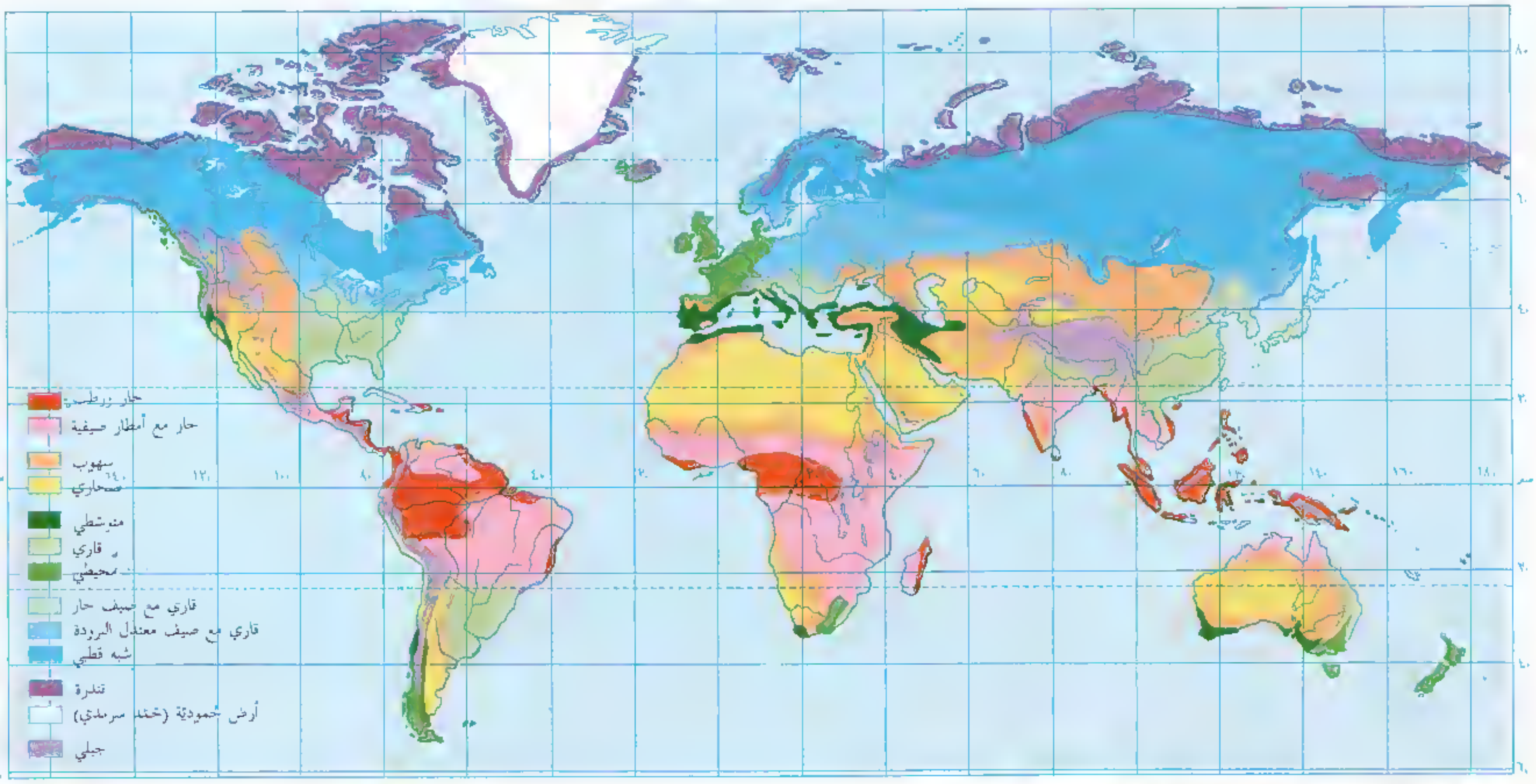






المميزة لبعض المناطق المناخية







الرياح الموسمية: سماء قاتمة وأشجار ترتفع من حقول تحوّلت إلى بحيرات، سمات نموذجية للطبيعة الهندية عند هبوب الرياح الموسمية. تعوّض الأمطار الغزيرة الجارفة التي تهطل في أشهر الصيف جفاف فصل الشتاء. وعلى رغم الفيضانات المدمّرة التي تتسبب بها، فإن هذه الأمطار ضرورية للزراعة ولحياة النبات.

المناخ والنبات

النبات هو المكوّن الأساسي للبيئات الطبيعية المختلفة الموجودة على سطح الأرض. تتوقّف الحياة النباتية على عوامل عدة، أهمها المناخ. تؤدي طاقة الشمس الحرارية إلى تكوّن تيارات هوائية حارة وباردة تتسبب بقيام الرياح، التي تؤثر بدورها في التيارات المحيطية. إن التيارات الهوائية والمحيطية هي التي تحدّد، إلى حد بعيد، توزيع الرطوبة، التي توفر مع أشعة الشمس أساس الحياة لكل أنواع النبات.

كلما كان المناخ حاراً ورطباً، كلما كان النبات وافراً ومنوّعاً. مع انخفاض الرطوبة، يقل عدد أنواع النباتات المتوافرة (غابات أشجار نفضية وغابات أشجار صنوبرية)، وتصبح البيئات، تدريجياً، أكثر جفافاً وقحولة، في المناطق المدارية (السفناء Savanna) وأيضاً في المناطق المعتدلة والباردة (أراض عشبية وسهوب)؛ إلى أن نصل، أخيراً، إلى المناطق الأكثر قحولة على سطح الأرض: الصحاري وقلنسوتي الجليد القطبيتين.



المطر والنبات

يوضح الرسم البياني العلاقة بين كمية المطر والنبات. من الغابات الاستوائية، التي تسجل كمية أمطار سنوية تتعدّى ٢٠٠٠ مم، يتغير الغطاء النباتي تدريجياً مع انخفاض كمية المطر إلى أن يصل في النهاية إلى النباتات الصحراوية.

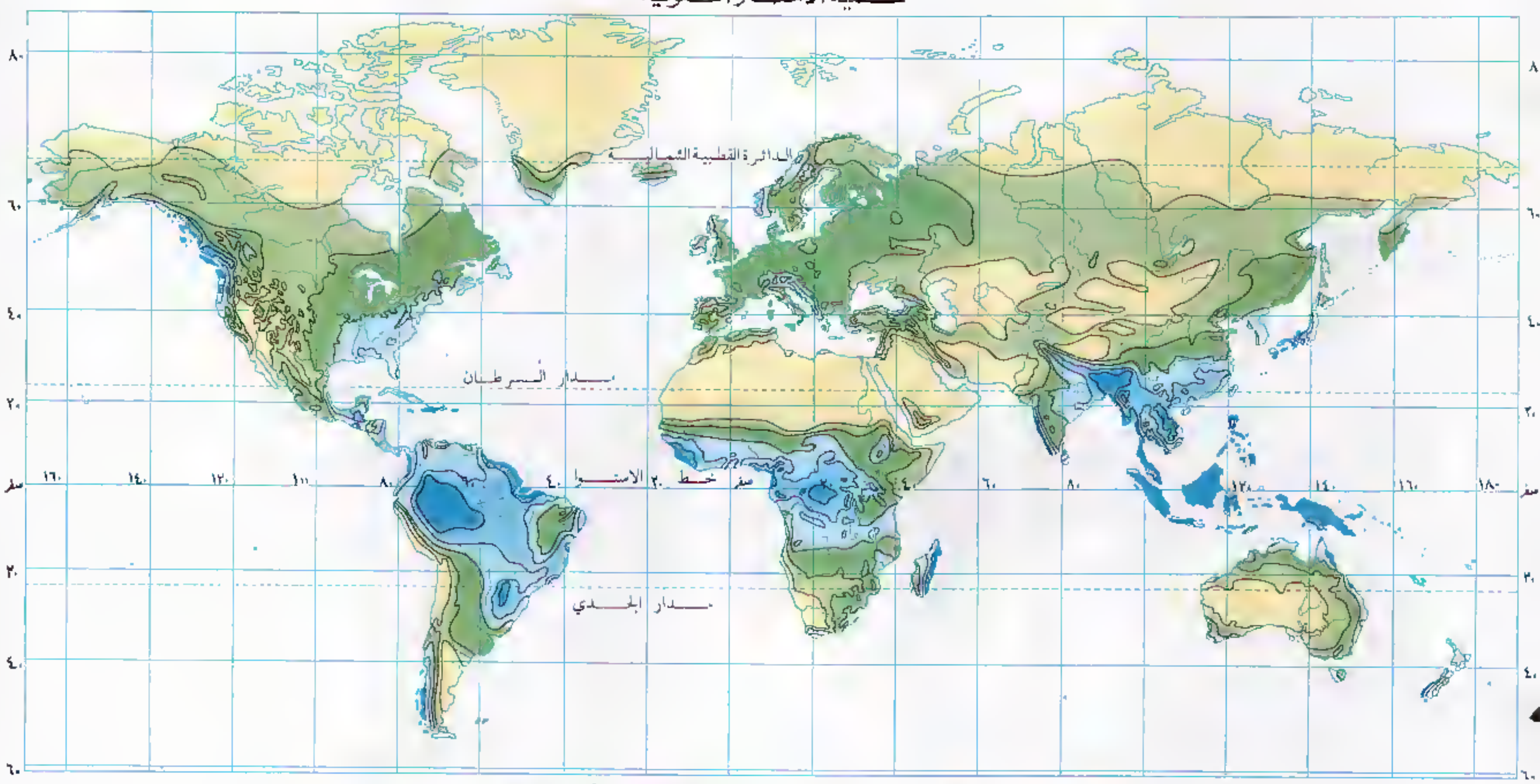
نظرة عامة إلى النبات

هناك عدد من العوامل التي تحد من نمو النبات وتؤثر، تالياً، في التوزيع الجغرافي لأنواع النبات: كمية المطر وتوزيعه السنوي؛ نوع التربة؛ التعرض لأشعة الشمس؛ الحرارة؛ وغيرها. يطلق على هذه العوامل مجموعة اسم العوامل المناخية والطبيعية.



في القارة الافريقية: يظهر الرسم البياني (أعلاه) المجموعات النباتية المختلفة الموجودة على التوالي من ساحل الأطلسي إلى ساحل أفريقيا على المحيط الهندي. من الملاحظ أن وجود الأجسام المائية، حتى في الأراضي الداخلية البعيدة عن البحر، يوجد ظروفاً مناخية محلية رطبة تؤدي إلى نمو وفرة من النباتات. كلما ابتعد المرء عن المحيطات أو عن البحيرات كلما أصبحت الظروف المناخية جافة وقاحلة، حتى الوصول إلى المناطق نصف الصحراوية والصحراوية.

كمية الأمطار السنوية



كمية الأمطار السنوية بالمليمتر

أكثر من ٢٠٠٠ | من ١٥٠٠ إلى ٢٠٠٠ | من ١٠٠٠ إلى ١٥٠٠ | من ٥٠٠ إلى ١٠٠٠ | من ٢٥٠ إلى ٥٠٠ | من صفر إلى ٢٥٠

المناخ

يشير المناخ إلى كلّ الأحوال الجويّة خلال فترة زمنيّة. أمّا الطقس فهو حالة الجوّ خلال فترة زمنيّة قصيرة. يتغيّر الجوّ من ساعة إلى أخرى، ومن يوم إلى آخر، وحتى من سنة إلى أخرى. ورغم ذلك، أظهرت بيانات الأرصاد الجويّة أنّ أحوالاً جويّة واضحة المعالم تسود مناطق مختلفة من العالم خلال فترات تساوي أو تتعدى ٣٠ عاماً. ويشكّل كلّ مجموعة من هذه الأحوال الجويّة نوعاً مناخياً معيّناً، وتسمّى المنطقة التي يسودها نوع مناخيّ، الإقليم المناخيّ.

يسود الحرّ والأمطار، كلّ يوم تقريباً، في بعض مناطق العالم؛ تتميّز هذه المناطق بمناخ استوائيّ ممطر. تسود البرودة وتغطّي الثلوج المناطق القطبيّة الأخرى معظم أيّام السنة. ساهم الكثير من المناخات الأخرى والواقعة بين المناخين القطبيّ والإستوائيّ في جعل الكرة الأرضيّة كوكباً مميّزاً.

الميزات البارزة للأقاليم المناخية

للمناخ خاصّتان بارزتان هما معدّل الحرارة ومتوسّط سقوط الأمطار. ونخصّ بالأهمية أيضاً التغيّرات اليومية والنهاريّة والليليّة والفصليّة للحرارة وتساقط الأمطار. وتشتمل مقوّمات المناخ على الرياح والرطوبة والغيوم والضباب.

لقد أثّر المناخ على تطوّر الحضارات والمدنيّة، وتأقلم الناس في شتّى الأماكن وبأساليب مختلفة بالمناخات المحيطة بأماكن إقاماتهم.

وترتبط زراعة المحاصيل ارتباطاً وثيقاً بالظروف المناخيّة، وبكميّة الأمطار المتوقّعة ومدّة الموسم الزراعيّ. يبدأ هذا الموسم من بداية زوال الجليد في الربيع حتى أوائل ظهوره في الخريف. يواجه المزارعون أوقاتاً عصيبة عندما لا يتّبع الطقس نمطاً مناخياً نموذجياً، كذلك يعاني المستهلك ارتفاع أسعار المواد الغذائيّة.

أنواع المناخ

يتألّف النظام المناخيّ من ستّ مجموعات مناخيّة هي الاستوائيّة والجافّة والمعتدلة والقاريّة والقطبيّة، وتلك التابعة للمناطق الشديدة الارتفاع. وتتشعّب تلك المجموعات المناخية بدورها إلى أنواع مناخيّة.

المناخ هو نتاج عوامل عدّة، نذكر منها موقع المنطقة من خطّ الإستواء ومدى ارتفاعها وسماتها السطحيّة وكثافة أعشابها ومسافتها من المحيط وموقعها في القارّة.

١ – المناخ الإستوائيّ

وهو نوعان: الإستوائيّ الممطر، والإستوائيّ الجافّ والممطر.

فالمناخ الإستوائيّ الممطر لوسط أفريقيا ناتج من موقع الإقليم من خطّ الإستواء وتمركزه على الجانب الغربيّ من القارّة. وتقوم أشعّة الشمس المتواصلة بإبقاء درجات حرارة الجوّ دافئة ومستقرّة في المنطقة. والجدير بالملاحظة أنّ الوجود المستمرّ لمنطقة التقارب البيمداريّة[1] Intertropical convergent zone حيث تلتقي وتتعاقب الرياح الشماليّة والجنوبيّة لمنتصفي الكرة الأرضيّة، قد جلب للمنطقة امداداً ثابتاً من الهواء الرطب الصاعد وأمطاراً يوميّة تقريباً. وتعتبر المناطق التي يسودها مناخ استوائيّ ممطر كهاواي وغرب أفريقيا الإستوائيّة، من الأماكن التي يمكن التنبّؤ بأحوالها الجويّة إلى حدّ بعيد. فالأمطار تتساقط بعد ظهر كلّ يوم تقريباً، ويزيد المعدّل السنويّ لتساقط الأمطار عن ١٥٠ سنتيمتراً، كما تتفاوت درجات الحرارة خلال اليوم أكثر من اختلافها خلال السنة. كذلك تتراوح درجات الحرارة المعتدلة البرودة قبل بزوغ الفجر ما بين ٢٠° و٢٣° مئويّة. كما تتراوح درجات الحرارة بعد الظهر ما بين ٣٠° و٣٣° مئويّة. وبالكاد يمكن التمييز بين الفصول، نظراً لأنّ معدّل الحرارة الشهريّ يتفاوت بين ٢٥° و٢٨° مئويّة.

وتتواجد المناخات الإستوائيّة الممطرة في نطاق يمتدّ حوالى ١٠° مئويّة من كلّ جانبي خطّ الإستواء. وتسيطر باستمرار منطقة التقارب البيمداريّة المحمّلة بالرطوبة على هذا القسم من الكرة الأرضيّة.

تتعرّض المناطق الواقعة خلف المدار الإستوائيّ الممطر، لسيطرة منطقة التقارب البيمداريّة خلال جزء من السنة فقط. يسود هذه المناطق مناخ استوائيّ ممطر وجافّ، ولديها ثلاثة فصول: فصل معتدل البرودة وجافّ ناتج عن وجود منطقة التقارب البيمداريّة في منتصف الكرة الأرضيّة المقابلة، وفصل حارّ وجافّ عند اقتراب هذه المنطقة، وفصل حارّ وممطر عند وصول منطقة التقارب البيمداريّة حتى عبورها خطّ الإستواء مجدّداً. تقع هافانا (كوبا) وكالكوتا (الهند) وسهل سيرنجيتي الأفريقي (تانزانيا) في المناطق الإستوائيّة الممطرة والجافّة.

٢ – المناخ الجافّ

أمّا المناخ الجافّ فنوعان: القاحل وشبه القاحل. ورغم تساقط الأمطار المحدود في المناخ الجافّ، ثمة مناطق أخرى لا تتساقط فيها الأمطار إطلاقاً. يتلقّى معظم المناطق القاحلة من ١٠ إلى ٣٠ سنتيمتراً من الأمطار كلّ سنة. بينما تتلقى المناطق شبه القاحلة كميّة أمطار كافية لنموّ الحشائش في نطاق شاسع. وتتفاوت درجات الحرارة اليوميّة والموسميّة إلى حدّ كبير في هاتين المنطقتين. وتقع أشدّ البقع سخونة في العالم ضمن المناخات القاحلة، إذ بلغت درجة الحرارة في بلدة العزيزيّة في ليبيا والواقعة في شمال أفريقيا ٥٨° مئويّة في تاريخ ١٣ أيلول سنة ١٩٩٢. وتُعتبر درجة الحرارة هذه أقصى ما سجّلته الأرصاد الجويّة.

تعتبر صحراء أتاكاما في التشيلي والواقعة على الساحل الغربيّ لجنوب أميركا، واحدة من أقحل الأماكن على الأرض. تقع بلدة أريكا في هذه الرقعة ويبلغ المعدل السنويّ لتساقط الأمطار فيها حوالى ٠,٠٥ سم، تبقي المياه الباردة والصاعدة من محيط المناطق الساحليّة على درجة كافية من البرودة، وتلفّ المنطقة بالضباب معظم الأوقات. يتكوّن الضباب في جوّ مستقرّ حيث هطول الأمطار بعيد الإحتمال. وتقوم الجبال الواقعة في الداخل بحبس مكوّنات الضغط العالي مسبّبة بانخفاض هوائيّ يعزّز احتمال هطول الأمطار.

تقع المناطق القاحلة والشبه استوائيّة كالصحاري الأفريقيّة وأدغال أستراليا الداخليّة ما بين منطقة التقارب البيمداريّة والمناطق المتوسّطة المسافة من خطّ الإستواء، والمتميّزة بمكوّنات ضغط منخفض. ينخفض الهواء في هذه المناطق، ما يحول دون تشكّل الغيوم الممطرة. تتميّز المناخات القاحلة والشبه قاحلة بتوسّط مسافتها من خطّ الإستواء، ويتكوّن مناخها عندما تقوم الجبال الواقعة في منتصف القارّة بحجب الهواء الرطب. يسود مدينة دنفر، كولورادو والسهول الواسعة للولايات المتحدة هذا النوع من المناخ الجافّ.

٣ – ٤ المناخان القاريّ والمعتدل

تقع المجموعة المناخيّة المعتدلة والقاريّة بين خطّي عرض ٢٥° و٧٠°، وتسمّيان أيضاً الإقليمين المعتدلين وتتميّزان بمواسم باردة.

تتميّز المناطق القاريّة بشتاء بارد وثلوج تستمرّ طويلاً، وبمواسم زراعيّة قصيرة وتسمّى بالمناطق الإنتقاليّة أي يسودها مناخ يتوسّط المناخ المعتدل

---
(١) بيمداري: واقع بين مداري السرطان والجدي.

والقطبي. ونظراً للتطاحن القائم بين الكتلات الهوائيّة الإستوائيّة والقطبيّة للمناخات المعتدلة والقاريّة، يزيد التفاوت السنويّ لمعدّلات الحرارة عن التفاوت النهاريّ الليليّ. ويتغيّر المناخ حسب الموقع من خطّ الإستواء والمركز الجغرافيّ للقارّة.

ويتميّز الإقليم المعتدل المسمّى المتوسطيّ والواقع على الشواطىء الغربيّة بين دائرتي عرض ٣٠° و٤٠° وعلى طول شواطىء البحر المتوسّط، بصيف معتدل الحرارة وشتاء قصير ممطر. ويسيطر ضغط الهواء شبه - الإستوائيّ والمصحوب بانخفاض هوائيّ في فصل الصيف، وينتج عنه سماء صافية وليالٍ معتدلة البرودة وأمطار خفيفة. (لم تهطل الأمطار إطلاقاً في شهر تمّوز فقط منذ أكثر من مئة عام في مدينة القدس الواقعة شرق البحر المتوسّط)، وتهبّ الرياح الغربيّة من البحر خلال الشتاء، وتجلب معها الأمطار في ظلّ اعتدال في درجات الحرارة.

تتعرّض الجوانب الشرقيّة للقارّات لنوع معتدل من المناخ يسمّى بالشبه استوائيّ الرطب. يستبدّ الحرّ والرطوبة خلال الصيف، بينما يتخلّل الشتاء فترات من البرد القارس في ساڤانا في جورجيا، وشانجهاي في الصين، وسيدني في أستراليا. وينتشر هطول الأمطار بشكل متساوٍ خلال السنة إذ يبلغ إجماليّ تساقط الأمطار حوالى ٧٦ إلى ١٦٥ سم. أما الأعاصير والعواصف الشديدة فهي اعتياديّة.

يصبح الطقس في كلا جانبي القارّة معتدل البرودة إجمالاً كلّما ازداد البُعد عن خطّ الإستواء. تتمتّع مدينتا سياتل في واشنطن وويلينجتون في نيوزيلاندا بمناخ نموذجيّ معتدل يسمّى المناخ البحريّ للشاطىء الغربيّ حيث يسود شتاء أطول وأكثر برودة من المناخ المتوسطيّ. تتساقط الأمطار خلال ثلثي أيّام الشتاء ويبلغ معدّل درجة الحرارة حوالى ٥° مئويّة، كما تتساقط الأمطار خلال فصول الصيف المعتدلة، بما أنّ سيطرة المنطقة الشبه استوائيّة ذات الضغط العالي لم تكتمل بعد.

ويشهد المنتصف الشماليّ للكرة الأرضيّة ثلاثة أنواع من المناخ القاريّ: صيف حارّ وصيف معتدل البرودة وشبه قطبشماليّ[2]. يتميّز فصل الصيف بالبرودة المعتدلة عادة، وغالباً ما يتخلّله فترات حارّة، بينما يتميّز الشتاء بانخفاض درجات الحرارة وتساقط الثلوج. وتسيطر الرياح الباردة المقبلة من المنطقة القطبشماليّة، والمندفعة بواسطة مكوّنات ضغط مرتفعة هائلة وغازية على طقس الشتاء. تأقلم سكّان هذه المنطقة على قساوة الجوّ مع مرور الزمن. توفّي الكثير من جنود نابليون من البرد القارس حين تراجعوا من روسيا عبر تلك المنطقة في شتاء عام ١٨١٢.

إنّ تنوّع حالات الطقس في الأقاليم القاريّة المناخ قد جعلها بين أروع مناطق العالم، إذ تكتسي الغابات الواسعة حلّة من الألوان البرّاقة في فصل الخريف في أروع مشهد سنويّ قبل قدوم الشتاء حيث تتساقط أوراق الأشجار. وتتكوّن العواصف الرعديّة والأعاصير – والتي تُعدّ من بين أقوى الظواهر الطبيعيّة – في الربيع والصيف حيث يتفاقم التضارب بين الكتل الهوائيّة القطبشماليّة والإستوائيّة.

٥ – المناخ القطبي

يوجد نوعان من المناخ القطبيّ ضمن نطاق الدائرة القطبيّة الشماليّة والدائرة القطبيّة الجنوبيّة، هما التندرة والقلنسوة الجليديّة[3]. تتميّز أقاليم التندرة المناخيّة بصيف قصير وبكثرة النباتات والحيوانات. ويبلغ معدّل درجات الحرارة بـ ١٠° مئويّة على الأكثر في تمّوز. كذلك تنتشر الأزهار البريّة في الطبيعة، وتعود جماعات الطيور مجدّداً لتغتذي من الحشرات والأسماك، وتغتذي الحيتان من المخلوقات الصغيرة. عاش الاسكيمو في إقليم التندرة منذ ألوف السنين.

بإستثناء الثدييات الشديدة القدرة على الإحتمال والطيور، لا يعيش في مناطق القلنسوة الجليديّة التابعة للمنطقتين القطبيّتين الشماليّة والجنوبيّة سوى قلّة من الكائنات. ونادراً ما ترتفع درجات الحرارة فوق نقطة التجمّد، حتى في فصل الصيف. ويساعد الوجود المستمرّ للجليد على إبقاء الجوّ بارداً، حيث يقوم هذا الأخير بعكس أشعة الشمس مجدّداً نحو الجوّ. وتبقى السماء صافية ويتساقط القليل من الأمطار خلال السنة.

٦ – مناخ المناطق الشديدة الارتفاع

ثمة نوعان من المناخ في المناطق الشاهقة هما: النجد Upland والجبليّة Highland. يسيطر المناخ النجديّ في السهول الواسعة والمرتفعة بينما يسيطر المناخ الجبليّ في الجبال. ويشبه تسلّق الجبل المرتفع الإتجاه نحو القطبين، فالمناخ في قاعدة الجبل استوائيّ ككيليمانجارو في أفريقيا، بينما هو قطبيّ في قمّته. وغالباً ما يختلف المناخ من جانب إلى آخر من الجبل.

وممّا لا ريب فيه أنّه ليس هناك ما يسمّى مناخاً منتظماً، إذ تطرأ على كل إقليم مناخيّ تغيّرات صغيرة تسمّى المناخات المحليّة Microclimates، ويعزى سبب المناخات المحليّة إلى سمات الأرض كالبحيرات والأشجار والمدن. وتمتصّ أبنية المدن الضخمة كميّات هائلة من الطاقة الشمسيّة، ويرتفع معدّل درجة الحرارة في المدينة أكثر من معدلات الحرارة في المناطق المكشوفة. أحدثت منطقة البحيرات الكبرى في أميركا الشماليّة تأثيرات مناخيّة محليّة وجوهريّة. فقد تميّزت المدن القائمة على الجانب الجنوبيّ لبحيرة أونتاريو الواقعة بين كندا والولايات المتحدة بكثافة غيومها وكثرة ثلوجها وفاقت بذلك المدن الواقعة شمال البحيرة.

الإختلافات المناخيّة

تتبدّل أحوال الجوّ من يوم إلى آخر خلافاً للمناخ الذي يتغيّر خلال مئات أو ألوف السنين أو أكثر. إنّ وجود القمم الثلجيّة القطبيّة لَمِن الدلائل على أنّ الكرة الأرضيّة لا تزال في العصر الجليديّ حالياً. ويعتقد الكثير من العلماء بأنّنا لا نزال في العصر البيجليديّ[4] حيث أدّت درجات الحرارة الدافئة إلى انكفاء منطقة القلنسوة الجليديّة إلى أنتاركتيكا وإلى الكثير من الجزر القطبشماليّة. ويحتمل تقدّم المجلدة مجدداً بعد بضعة قرون.

ثمة دلائل جيولوجيّة تشير إلى أنّ المناخ كان مختلفاً تماماً منذ زمن غير بعيد. وقد وجدت المستحاثات[5] الصدفيّة للمخلوقات البحريّة القديمة في الصحاري. وتشير هذه المستحاثات إلى أنّ البحر كان يغطّي معظم المنطقة الصحراويّة منذ حوالى ٤٠٠ مليون سنة.

لقد أيّدت الدلائل الأخرى والمختلفة المصادر التصوّر القائل بأنّ مناخ الكرة الأرضيّة قد تغيّر مرّات عدّة. وتشير أحافير أوراق الشجر إلى أنّ هناك احتمالاً أن تكون النباتات التي تنمو حالياً في المناطق الإستوائيّة كانت في ما مضى منتشرة في كلّ أنحاء اليابسة.

من ناحية ثانية، تشير الأحافير إضافة إلى تشكيلات اليابسة والمسمّاة Moraines – وهي سلسلة صخور وبقايا أخرى ساهمت الأنهار الجليديّة في عمليّة ترسّبها – إلى أنّ القلنسوة الجليديّة كانت قد غطّت أربع مرّات على الأقلّ مساحات واسعة من منتصفَي الكرة الأرضيّة الشماليّ والجنوبيّ خلال ٥٠٠ مليون سنة الماضية. ابتدأ العصر الجليديّ الأكثر حداثة منذ حوالى مليونَي سنة، وبدأ بالإنحسار منذ حوالى ١٨,٠٠٠ سنة.

يعتقد العلماء بأنّ انحراف محور الأرض وشكل مدارها حول الشمس قد لعبا دوراً في اختلاف المناخ على الأمد الطويل. ورغم اعتقادنا أن تكون العوامل الكوكبيّة ثابتة، إلّا أنّها ليست كذلك بل تتغيّر ببطء مع مرور الوقت، ويمكنها أن تؤثّر على كميّة الطاقة التي تصل إلى بقاع العالم خلال مواسم السنة.

كذلك تحدث الإختلافات المناخيّة خلال أوقات قصيرة، وتسبّب تقلّبات في نتاج الطاقة الشمسيّة. وبمقدور الإنحرافات البسيطة في كميّة أشعة الشمس التي تصل الأرض أن تؤثّر على درجات حرارة الكرة الأرضيّة. تقترح إحدى النظريّات الشائعة غير المثبتة بأنّ مناخ الأرض متعلّق بعدد البقع الشمسيّة المتواجدة على سطح الشمس. ولاحظ العلماء تزامناً للفترة الهادئة غير الإعتياديّة لنشاط البقعة الشمسيّة مع العصر الجليديّ الصغير Little Ice Age للقرنين السادس عشر والسابع عشر. وقد تمّ تحديد ذلك عبر دراسات لحلقات من الأشجار وجدت منذ أكثر من ٣٠٠ سنة. ترتبط السماكة السنويّة لهذه الحلقات بكميّة النموّ السنويّ للأشجار والمرتبطة بدورها باختلافات المناخ.

يتميّز بعض الإختلافات المناخيّة بكونه متوقّعاً تقريباً. نتجت إحدى هذه الإختلافات المناخيّة من جرّاء دفء المياه السطحيّة للأجزاء الشرقيّة الإستوائيّة من المحيط الهادىء. ويطلق على هذا الدفء بـ«النينيو» El Niño. تهبّ الرياح التجاريّة في السنوات العاديّة بشكل ثابت عبر المحيط من الشرق إلى الغرب، وتسحب معها المياه السطحيّة الدافئة في الإتجاه نفسه. وينتج عن ذلك نشوء طبقة ضحلة من المياه الدافئة في شرق المحيط الهادىء وتراكم للمياه الدافئة في الغرب. تتردّد الرياح العاديّة كلّ بضع سنوات، وتنعكس تيّارات المحيطات ويزداد عمق المياه الدافئة في شرق المحيط الهادىء. ويؤدّي هذا بالتالي إلى حدوث تغيّرات مناخيّة مفاجئة. كذلك ينخفض تساقط الأمطار في أستراليا وجنوب آسيا. وتضرب العواصف الإستثنائيّة جزر المحيط الهادىء والساحل الغربيّ لأميركا الشماليّة والجنوبيّة. ينتهي النينيو خلال سنة تقريباً وتعود الأنظمة المناخيّة إلى طبيعتها مجدّداً.

المناخ – نظرة مستقبليّة

يبدي الكثير من العلماء اهتماماً بالغاً بما قد تسبّبه الأنشطة البشريّة من تغيّرات خطرة على مناخ الأرض. ويبدو أنّ درجات الحرارة حول الأرض قد ارتفعت قليلاً منذ أواخر سنة ١٨٧٠. والجدير بالذكر أنّ أدفأ خمس سنوات خلال ١٣٠ سنة الماضية ابتدأت في أوائل الثمانينات. ويشير هذا الإتجاه الدافىء إلى ازدياد ظاهرة امتصاص الطاقة الضوئيّة الصادرة عن الشمس Greenhouse effect. وتُعرف هذه الظاهرة بكونها الآليّة التي بواسطتها يتمكّن ثاني أكسيد الكربون وبخار الماء والغازات الأخرى في الغلاف الجويّ من امتصاص بعض الطاقة الضوئيّة عند انعكاسها من سطح الأرض، وبنتيجة ذلك تبقى الأرض دافئة. إنّ أيّ تغيير يطرأ على مكوّنات الغلاف الجويّ يمكنه أن يبدّل ظاهرة امتصاص الطاقة الضوئيّة، وبالتالي جعل الأرض أكثر دفئاً.

إنّ عمليّة احتراق الوقود الناجمة عن تشغيل المصانع والسيّارات إلى جانب إتلاف الغابات الإستوائيّة قد زادت من كميّة ثاني أكسيد الكربون في الجوّ بنسبة ٢٠ بالمئة خلال المئة عام المنصرمة. كذلك ازدادت كميّة الميثان[6] الناتج عن انحلال المواد النباتيّة والحيوانيّة وكميّة الكلوروفلوروكربون المستعمَل في عمليّات التبريد، وفي المرشّات الزراعيّة. وبقدر ما تزداد نسب هذه الغازات في الجوّ بقدر ما ترتفع درجة حرارة الأرض. وسوف تستمرّ درجة حرارة الأرض في الإرتفاع ما لم تُتّخذ الإجراءات الوقائيّة للحدّ من ذلك.

ويخشى علماء الأرصاد من ازدياد درجة حرارة الكرة الأرضيّة إلى حدّ يبدأ معه ذوبان الثلوج القطبيّة خلال بضعة عقود مقبلة. وقد ينجم عن ذلك ارتفاع بمستوى سطح البحر يؤدّي إلى فيضانات شديدة في المناطق الساحليّة. كما يمكن أن يزيد من تساقط الأمطار في بعض المناطق وينخفض كثيراً في مناطق أخرى. ويُحتمل أن تصبح المناطق الزراعيّة مناطق صحراويّة.

ويتّفق الخبراء بأنّه من الضروريّ العمل على تخفيض كميّات الغازات التي تزيد من امتصاص الطاقة الضوئيّة المنسابة إلى الجوّ. أمّا العوامل المهمّة في تحقيق ذلك، فهي تخفيض كميّة الوقود المستعملة والقيام بإيجاد وتطوير البدائل لمادّة الكلوروفلوروكربون.

لقد تغيّر المناخ لمرّات عدّة خلال تاريخ الأرض. وكانت هذه التغيّرات تحدث ببطء طوال ألوف السنوات الماضية. والجدير بالملاحظة أنّ النشاطات البشريّة قد ابتدأت بالتأثير على المناخ في هذا القرن فحسب، ولم ندرك مؤخّراً سوى ما يمكن أن يخلّفه ذلك من عواقب.

---

(٢) قطبشماليّ: مجاور للمنطقة القطبيّة الشماليّة.

(٣) القلنسوة الجليديّة: منطقة تكسوها الثلوج والجليد بصورة دائمة.

(٤) البيجليديّ: عصر بين زمنين جليديّين.

(٥) المستحاثة: بقايا حيوان أو نبات من عصر جيولوجيّ سالف مستحجرة في أديم الأرض.

(٦) الميثان: غاز ذو رائحة خفيفة يتشكّل بفعل تحلّل بعض المواد العضويّة، تصل نسبته في الغاز الطبيعي حتى ٩٨٪.





الجانج، نهر الهند المقدّس
نبيّن الصورة إلى اليسار سهل نهر الجانج كما يبدو من على ارتفاع ٢٣٠ كم (أخذت الصورة في تشرين الأول ١٩٦٨ من ابولو ٧). في القسم الأيسر من الصورة، تغطي الغيوم جزءاً من سلسلة جبال الهيمالايا حيث ينبع الجانج في الشمال على علو ٤٥٠٠م تقريباً، بعد جريانه ٢٧٠٠ كم واختراقه مدناً كبيرة مثل الله أباد وڤارانازي (بيناريس) (تظهر الصورة أعلاه الجانج في ڤارانازي)، يصب الجانج في خليج البنجال في دلتا تبلغ مساحتها ٧٥,٠٠٠ كم².



منعطف من الريو جرانده
يعرف الريو جرانده في المكسيك باسم ريو براڤو ديل نورته، وهو يعيّن الحدود بين الولايات المتحدة والمكسيك، لمسافة طويلة تمتد من إلباسو إلى خليج المكسيك.

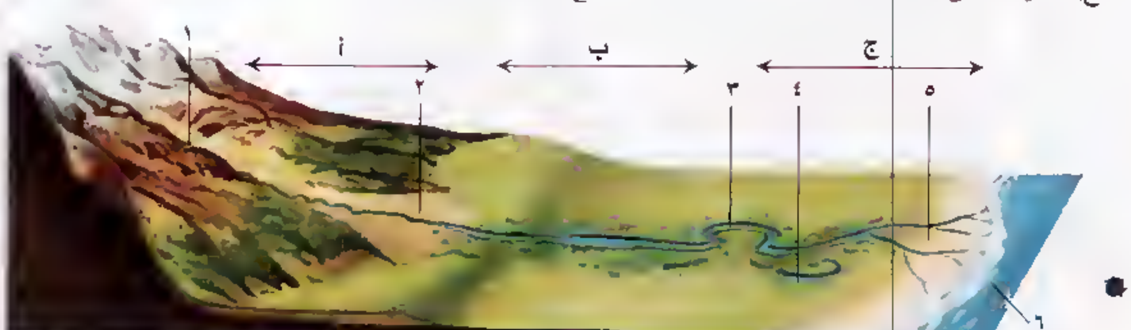
نهر الكونجو (زائير) (أدناه إلى اليسار)
تحيط الغابة الاستوائية تماماً بنهر الكونجو (زائير) الذي ينمعج ببطء في خطوط منحنية ليصب في النهاية في المحيط الأطلسي. تشكل هذه التمعّجات خاصية مميّزة لأنهار المناطق الواطئة البطيئة الجريان ولبعض الأنهار التي تجري في الأودية. إلى جانبي النهر، تظهر بعض التمعّجات المنفردة، وهي بقايا من تمعّجات كبيرة انفصلت عن النهر لتكوّن بحيرات صغيرة لها شكل حدوة نموذجي.
يعتبر نهر الكونجو، الذي كان يدعى في السابق نهر زائير، واحداً من أكبر أنهار العالم، نظراً إلى طوله الذي يبلغ ٤٢٠٠ كم، وهو يأتي في المرتبة الثانية من حيث مساحة الحوض (٣,٨٢٢,٠٠٠ كم²) بعد نهر الأمازون.

الأنهار
تبدو اليابسة للناظر إليها من الطائرة مغطاة بعدد كبير من الخيوط الفضية الملتوية المختلفة العرض، التي تجري معاً في بعض الأماكن وتشكّل شبكة معقّدة. هذه الخيوط هي مجاري المياه والأنهار والجداول التي تشكل عوامل أساسية في تطور صفحة الأرض، فهي تغيّرها بشكل متواصل بالحت والجرف والترسيب. إن مجاري المياه ضرورية للإنسان، فهي تمنحه المياه، أثمن الهبات على الإطلاق.
في سبيل أن تتوافر المجاري المائية في منطقة ما، يجب أن تتأمن بعض المستلزمات، مثل كمية كافية من الماء، الذي يمكن أن يأتي من الهواطل الجوية أو من ذوبان الثلج والجليد، ومعدّل انحدار مناسب يسمح للماء بالجريان في اتجاه أنهار أخرى ومنها إلى البحيرات أو إلى البحر، وإنفاذية سطحية منخفضة كي لا يمتص الماء عندما يجري فوق سطح الأرض. يجري الماء الذي لا تمتصه الأرض فوق المنحدرات، ثم يتجمّع في جداول صغيرة، يقوم بعضها، لتمتعه بقوة حت أكبر، بحفر مجارٍ أعمق وضمّ جداول أخرى مجاورة له. هكذا يتشكل الجدول الذي يكبر أكثر فأكثر ليصبح نهراً في النهاية.



مجرى النهر
أ) المجرى الأعلى.
ب) المجرى الأوسط.
ج) المجرى الأدنى.

١) الوادي.
٢) مروحة غرينية.
٣) تمعّج.
٤) تمعّج مقطوع عن النهر.
٥) الدلتا.
٦) البحر.





الأمازون

أعطى الإسبان هذا الإسم للنهر في القرن السادس عشر. فعندما دخل الإسبان للمرة الأولى الغابات الاستوائية، تعرضوا لهجوم من هنود لهم شعر طويل، فحسبهم الإسبان نساءً محاربات، مثل شعب الأمازون المذكور في الميثولوجيا اليونانية. يبلغ طول الأمازون ٦٤٣٦ كم، ما يضعه في المرتبة الثانية بين أنهار العالم الكبرى، ولكنه يحتل، من دون أي منازع، المرتبة الأولى من حيث معدّل الدفق. على مسافة ٦٠٠ كم تقريباً من المحيط، يتجاوز معدّل دفق النهر ٢٠٠،٠٠٠م٣ من الماء في الثانية. قبل أن يصبّ في الأطلسي، ينقسم النهر إلى عدد من الروافد تفصلها جزر رملية يتغيّر شكلها باستمرار بفعل المواد التي ينقلها النهر ويخلّفها عند مصبّه.



تعويم ازناد الخشب في نهر شي – جيانغ (إلى اليسار)

هناك أنهار عدة مهمة في الصين. ويشكّل اليانغ تسي كيانغ والهوانغ هو (النهر الأصفر) اثنين من أكبر الأنهار الصينية. يحمل الهوانغ هو هذا الإسم، بسبب الكميات الكبيرة من المواد الطميية الصفراء التي تحملها مياهه. والحقيقة أن النهر يجري عبر بعض السهول التي تغطيها تربة اللّوس، وهي مادة صخرية صفراء طرية جداً تتشكّل نتيجة لترسب رمل صحراوي دقيق جداً، تحمله الريح وتخلّفه في السهول.



الرين (أعلاه) يُعتبر الرين، الذي يجري عبر عدد من البلدان الأوروبية، نهراً ألمانياً بشكل أساسي، فقد كان له دائماً دور مهم في تاريخ ألمانيا واقتصادها.

شلالات النيل الأزرق (إلى اليسار) ينبع النيل الأزرق من بحيرة تانا في أثيوبيا، ثم يتحد بالنيل الأبيض في مدينة الخرطوم لتشكيل النيل الحقيقي.
نشأت الحضارة المصرية ونمت على طول هذا النهر الذي يبلغ طوله ٦٦٨٠ كم.

الميسيسيبي، أبو جميع الأنهار (أدناه) أبو جميع الأنهار هو الإسم الذي كان يطلقه الهنود الأميركيون على نهر الميسيسيبي، الذي يبلغ طوله مع رافده، الميسوري، ٦٢٦٠ كم. ويشكّل النهر معلماً مهماً وبارزاً من طبيعة الولايات المتحدة يمتد من جبال الروكي إلى خليج المكسيك .





الأنهار

تحمل أنهار الأرض الماء الذي يحتاج إليه البشر والحيوانات والنباتات للحياة؛ كما أنّها تؤمّن النقل، والقوّة المائيّة. وتعلّمت الدول المختلفة كيف تستغلّ قوّة الأنهار ببناء سدود لتوليد الطاقة الكهرمائيّة، مثل السدود على نهر الڤولجا. وتشكّل الأنهار أيضاً قوّة طبيعيّة أساسيّة تساهم في تشكيل سطح اليابسة. وتصرّف الأنهار الماء الزائد إلى البحر، وترسّب التربة والصخور لخلق مساحات جديدة، وتحتّ التكوينات البريّة. خلقت الأنهار معالمَ مدهشة مثل دلتا النيل في مصر والجراند كانيون في الولايات المتحدة.

الأنهار والنشاط البشريّ

ساهمت الأنهار من نواحٍ عدّة في نشأة الحضارات البشريّة. فقد بنت الشعوب الأولى بلداتها وقراها قرب مجاري الأنهار. ووجد الناس في هذه المواقع الماء والطعام، ووسيلة للنقل، وحماية من الأعداء. وتطوّرت هذه المستوطنات في الكثير من الأحيان لتصبح مراكز مدينيّة كبيرة تشهد حركة تجاريّة ناشطة. وقد تأسّس معظم المدن الكبيرة في الشرق الأوسط والهند وآسيا وأوروبا وأميركا الشماليّة والجنوبيّة، قرب أكبر الأنهار في القارّات المختلفة.

وتبع استيطان الأراضي الجديدة في جميع أنحاء العالم، مجاريَ الأنهار. فقد وصل المستوطنون إلى داخل الأراضي في الأنهار مستخدمين الأطواف أو الزوارق، أو انتقلوا برّاً عبر وديان الأنهار. وشكّلت الوديان الخصبة أرضاً زراعيّة جيّدة، روّتها الأنهار والجداول وأخصبتها. وكانت البلدات تُبنى في الأماكن التي توفّر فيها الأنهار وسيلة لنقل البضائع وقوّة محرّكة للطواحين.

ولا يزال الناس يعتمدون اليوم على الأنهار لتأمين معظم حاجتهم من الماء. فالمدن المتزايدة الحجم تحتاج يوميّاً إلى كميّات هائلة من الماء للاستعمال الصناعيّ والمنزليّ. وتولّد السدود الكهربيمائيّة ملايين الڤولتات من الكهرباء، التي تلبّي حاجات المناطق المدينيّة والريفيّة من الطاقة. وفي المناطق الجافّة وشبه الجافّة، تُستعمَل مياه الأنهار لريّ الأراضي الزراعيّة.

غيّر الإنسان في بعض الحالات مجاري الأنهار وسرعةَ جريانها. فللحصول على أكبر فائدة ممكنة من هذه الموارد الطبيعيّة، يغيّر الإنسان الأنهار بواسطة مشاريع هندسيّة؛ فيزيد عرض المجاري وعمقها، ويسوّيها للتحكّم بسرعة الماء وجريانه. يبني المهندسون الأحواض والسدود ومسارب الفيضان للتحكّم بالفيضانات. وتحول هذه المنشآت دون فيضان مياه الأنهار، وتحدّ من مدى الضرر الذي يلحق البلدات والأراضي الزراعيّة المجاورة. ويبني المهندسون كذلك قنوات مجهّزة بهويسات (لرفع السفن أو خفضها من مستوى إلى آخر) وسدود، لتتمكّن السفن والمراكب من تجاوز الشلّالات والمنحدرات. وفي بعض الحالات، يحفرون قنوات لربط الأنهار بأجسام مائيّة أخرى. ويُعتبر طريق سان لوران البحريّ، الذي يشكّل جزءاً من الحدود بين الولايات المتحدة وكندا، أحد أفضل الأمثلة على مثل هذه المشاريع. ويتألّف الطريق البحريّ من مجموعة من السبل المائيّة والقنوات العميقة والهويسات تمتدّ على ٣٧٦٩ كيلومتراً. ويربط هذا الطريق البحريّ البحيرات الكبرى الخمس في كندا والولايات المتحدة بالمحيط الأطلسيّ، ويؤمّن ١٥,٢٨٨ كيلومتراً من السبل المائيّة الصالحة للملاحة.

ويمكن أن تُلحِق الأنشطة البشريّة ضرراً بالأنهار. فالصناعات، مثل صناعة الورق وتوليد الطاقة النوويّة، تحتاج إلى كميّات كبيرة من المياه. وتلوّث الفضلات والمياه الساخنة التي تطلقها هذه المصانع، الأنهار والجداول، ويمكن أن تؤذي أو تتلف الحياة النباتيّة والحيوانيّة التي تعتمد على السبل المائيّة. وقد أصبح الكثير من المجاري المائيّة ملوّثاً بسبب مياه المجارير أو الأسمدة والمبيدات الكيميائيّة التي تتسرّب إلى الماء من الأرض المحيطة. وفي بعض المناطق، زاد إتلاف الأراضي العشبيّة والغابات في مستجمعات الأمطار من مشكلة الفيضانات، وجعل المجاري موحلة وملأ البحيرات بالغرين (الطميّ). وفي مناطق أخرى، أدّت الحواجز أو السدود التي بُنيت للتحكّم بفيضان النهر، إلى تفاقم المشكلة. فإذا خُفّضت سرعة جريان النهر أكثر من اللازم، يمتلىء مجرى النهر تدريجيّاً بالغرين فيصبح ضحلاً وأقلّ قدرة على نقل الكميّة نفسها من الماء. ونتيجة لذلك، يصبح النهر غير قادر على تصريف الماء الإضافيّ في الفترات التي تشهد أمطاراً غزيرة، فيفيض على ضفافه بسرعة أكبر مما كان يحدث قبل إنشاء الحواجز والسدود.

كيف تجري الأنهار؟

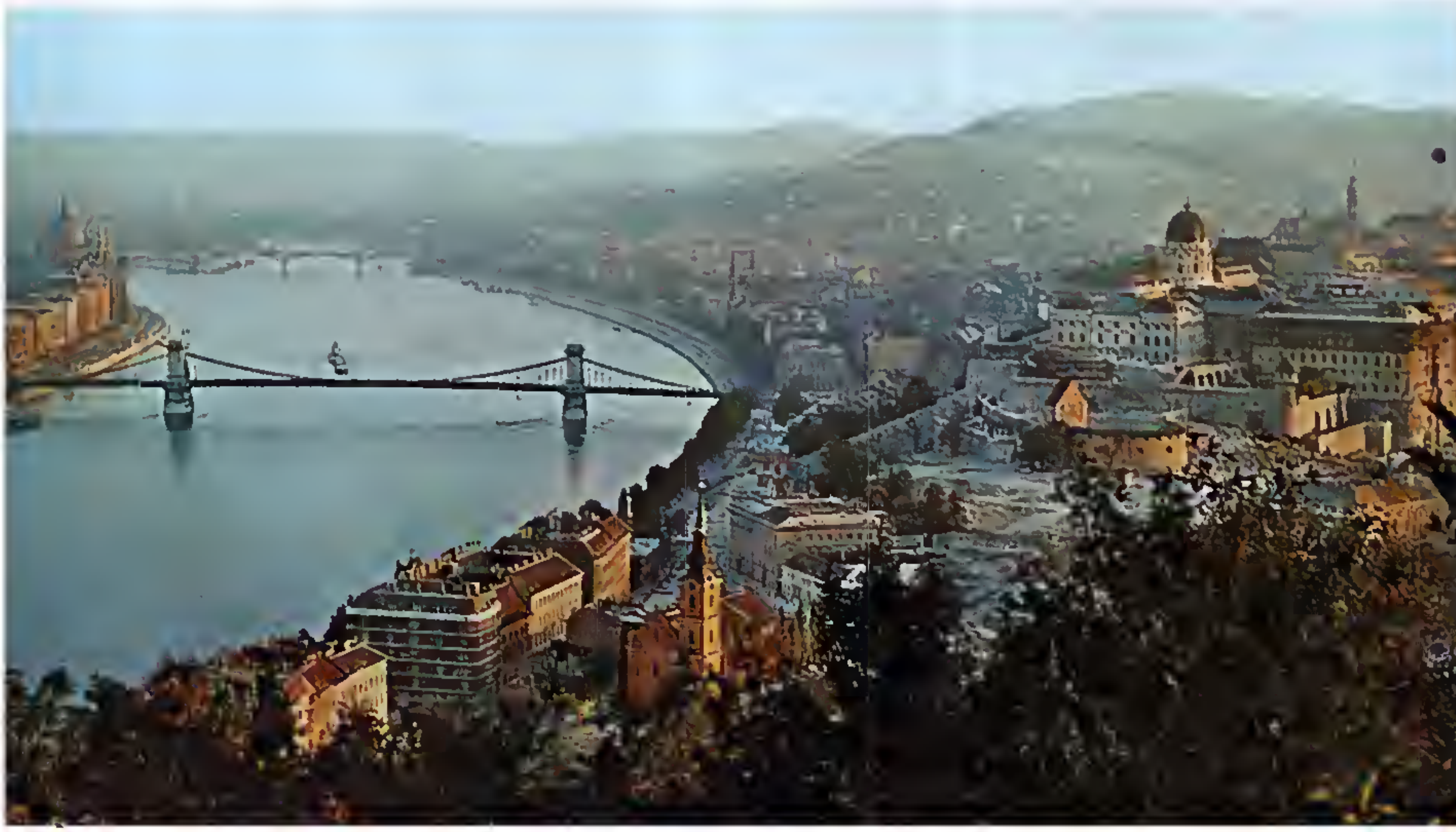
يبدأ النهر كغدير، أو جدول رقيق، على أحد المنحدرات. وقد يأتي ماؤه من الأمطار أو الثلج أو ينبوع أو ذوبان المجلّدات. وفي جريانه إلى أسفل المنحدر، تتحد به غدران أخرى لتشكيل جدول. ثمّ تتجمّع عدّة جداول لتشكيل جدول أكبر حجماً يتّسع ليصبح نهيراً. ويزداد حجم المياه في هذا المجرى حتى يصبح أخيراً نهراً.

وعلى طول المجرى، يتلقّى النهر الماء من الجداول التي تصبّ فيه، وتُعرف بالروافد. ويؤلّف النهر وروافده نظاماً نهريّاً أو شبكة نهريّة. وتُعرف المنطقة التي يصرّف النظام النهريّ ماءها، بالحوض. ويفصل حدّ فاصل بين مناطق تصريف الجداول المتجاورة.

وتتغذّى الأنهار أيضاً من المياه الجوفيّة – ماء تسرّب داخل الأرض بدلاً من الجريان فوق السطح. يصبّ هذا الماء في النهر بصورة مطّردة، وأحياناً عبر ينابيع جوفيّة.

لجميع الأنهار تقريباً، مجرى علويّ ومتوسّط وسفليّ. ويتميّز كلّ منها بصفات خاصّة. يبدأ المجرى العلويّ في المرتفعات، حيث يكون النهر صغير الحجم؛ ويتدفّق عادة بسرعة واختلاط، ويشقّ ممرّاً ضيّقاً في التلال أو الجبال الصخريّة. وقد يدحرج النهر في جريانه السريع صخوراً ضخمة. ويشكّل النهر شلّالاً حيث يحفر الطبقات الصخريّة الطريّة، تاركاً الصخر الصلب أو المقاوم للحتّ، الذي يشكّل جرفاً يسقط من فوقه الماء. ويتدفّق النهر بسرعة كبيرة فوق الطبقات الصخريّة المتحدّرة. وعندما يتبع تكوين صخريّ صلب خطّاً محدّداً في منطقة ما، تشكّل جميع الأنهار التي تقطعه، شلّالات. ويُعرف هذا

نهر الدّانوب: ثاني أطول أنهار أوروبا بعد الڤولجا. ينبع من جبال الغابة السوداء في غرب ألمانيا، ويجري على مسافة ٢٨٥٠ كم ليصبّ في البحر الأسود. ويقطع الدانوب تسعة بلدان فيتحوّر اسمه عدّة مرّات. ففي ألمانيا والنمسا يُسمّى الدوناو، وفي سلوڤاكيا الدّوناج، وفي هنجاريا الدونو، وفي كرواتيا وصربيا وبلغاريا الدّوناڤ، وفي رومانيا الدّوناريا، وفي أوكرانيا الدّوناي. لعب الدانوب دوراً حيوياً في نشوء المدن والبلدات، وفي التطوّر السياسي في بلدان أوروبا الوسطى. فقد شكّلت ضفافه المليئة بالقصور والقلاع، الحدود بين امبراطوريّات عظيمة، واستُخدمت مياهه معبراً تجارياً حيوياً بين الأمم. وقد ألهم النهر الموسيقيّين مقطوعات رائعة مثل «الدانوب الأزرق»، الڤالس الشهيرة التي وضعها يوهان شتراوس الابن في العام ١٨٦٧ والتي أصبحت رمز ڤيينا الامبراطوريّة. وبقي النهر حتى القرن العشرين ممرّاً تجارياً هامّاً ومصدراً للطاقة الكهرمائيّة، لا سيما أجزاؤه العليا. وقد اعتمدَت المدن الواقعة على النهر، ومنها عواصم وهي ڤيينا (النمسا) وبودابست (هنجاريا) وبلجراد (صربيا)، على هذا الشريان اعتماداً كبيراً في نموّها الاقتصاديّ.



الخطّ بخطّ السقوط أو خطّ الشلال. وعندما يصل النهر إلى منبسط أو منخفض، يمكن أن يشكّل بحيرة. طوال آلاف أو ملايين السنين، يحتّ النهر التربة والصخور، ويحفر وادياً عميقاً بشكل V. ويتوقّف شكل التكوين الذي يخلقه النهر على قوّة مجراه وعلى نوع المادّة التي يحتّها.

عندما ينزل النهر إلى مناطق أقلّ ارتفاعاً، يجري ببطء أكثر، فوق المنحدرات الخفيفة التي تشكّل مجراه الأوسط. ويصبح مجرى النهر أضعف، فلا يعود قادراً على حمل الحجارة أو الحصى. فتترسّب هذه المواد في مجرى النهر، حيث تشكّل أشرطة من الرمل أو الحصى، أو تكوّن جزراً. ويتغيّر شكل هذه التكوينات بصورة متواصلة مع ترسيب النهر المواد أو حتّها. وتؤثّر هذه التكوينات بدورها في النهر، فتغيّر مجراه. تتّجه التيارات النهرية باتّجاه ضفّة أو أخرى، فتحتّ ضفاف النهر وتوسّع واديه، فيتحوّل من شكل V إلى شكل U. وفي الولايات المتحدة، مثلاً، تكثر الوديان بشكل V في الولايات الغربيّة الأحدث تكويناً من الناحية الجيولوجيّة، فيما توجد الوديان بشكل U في المناطق الأقدم تكويناً في الولايات الوسطى والشرقيّة.

ويصل النهر في مجراه السفليّ إلى منحدَر خفيف جدّاً، ويلقي من حمله كميّة أكبر ممّا فعل في الأجزاء العالية من مجراه، ويبدأ بتسوية قاعه بالأرساب، بدلاً من حتّه وحفره. ويصبح الوادي في هذه المنطقة سهلاً واسعاً. يتعرّج النهر مشكّلاً منعطفات كبيرة بشكل S، ومكوّناً حلقات تُعرف بالتعرّجات.

عندما تفيض مياه النهر، قد يحدث أن تعبر المياه الجزء الضيّق من الحلقة، فتشكّل مجرى جديداً أقصر. وتكوّن الحلقة المنفصلة عن النهر بحيرة تُعرف بالبحيرة القوسيّة أو المقتطعة. وتظهر المجاري المجدّولة عندما يهبط مستوى النهر، فتتكشف أشرطة الرمل أو الحصى. وقد يصبح المجرى المتعرّج مجدّولاً في سافلة النهر عند منعطف ضيّق في النهر، حيث ترتفع المواد الخشنة من قاع النهر لتشكيل أشرطة رمليّة أو جزر من الحصى. وتظهر المجاري المجدولة نموذجيّاً على أطراف صفحات الجليد القاريّة أو في السهول، مثل سهول كانتربيري في الجزيرة الجنوبيّة من نيوزيلاندا.

في بعض الأحيان، تتدفّق مياه الأمطار الغزيرة أو مياه ذوبان الثلج من المجرى العلويّ أو الأوسط في المجرى السفليّ الضحل، فيفيض النهر ويغمر الأراضي المحيطة، مخلّفاً وراءه طبقة رقيقة من الرسابة. ويمكن أن يحدث ذلك موسميّاً، مثل فيضان النيل السنويّ، أو في مناسبات نادرة فقط، كما في حال هطول أمطار غزيرة جدّاً أو ذوبان الثلج بشكل مفاجيء وكثيف. وإذا كان فيضان النهر موسميّاً، تتراكم الطبقات الرسوبيّة مع الوقت، وتكوّن رقّة (سهل ناشيء عن الأتربة التي تخلّفها مياه الفيضان) واسعة وخصبة، مثل الرقّة الممتدّة على طول نهرَي الميسيسيبي والنيل. ويترسّب القسم الأكبر من الغرين والرمل في المناطق الأقرب إلى مجرى النهر، فيشكّل حاجزاً عريضاً. ومع مرور الوقت، قد يسيل النهر في مجرى أعلى من مستوى السهل. تجتذب تربة الرقّات الخصبة الإنسان ليستقرّ فيها، لكنّ الفيضان يمكن أن يتلف المحاصيل والممتلكات على طول النهر. ولحماية السهل، يقوم المهندسون برفع الوحل المترسّب من قاع النهر، فيصبح مجرى النهر أعمق، أو يبنون سدوداً صناعيّة أو حواجز لصدّ مياه النهر عند ارتفاعها.

عندما يبلغ النهر البحر، يُلقي عند مصبّه بما تبقّى من حمولته المؤلّفة من الغرين والحصى والرمل. وتشكّل هذه المواد منطقة مثلّثة الشكل، دائمة الإتّساع، تُعرف بالدلتا. ويتفرّع النهر في هذه المنطقة إلى عدّة فروع تصبّ في البحر. وغالباً ما تعيش نباتات وحيوانات فريدة في هذا الخليط من الماء العذب والمالح. وإذا سُدّ بعض فروع النهر بالغرين أو النباتات، يشكّل النهر فروعاً جديدة توسّع الدلتا. وحيثما ينخفض السهل الساحليّ عند مصبّ النهر، تدخل مياه البحر في وادي النهر، فتشكّل مصبّاً خليجيّاً، كما في مصبّ نهر السان لوران مثلاً.

نهر الرين: نهر هامّ ومعبر مائيّ بارز في أوروبا الغربيّة، ينبع من منبعين في جبال الألب (شرق وسط سويسرا)، ويجري غرباً وشمالاً ثمّ إلى الشمال الغربيّ قاطعاً حوالى ١٣٩٠ كم ليصبّ في بحر الشمال عند شواطيء هولندا. يشكّل الرين الأعلى جزءاً كبيراً من الحدود بين سويسرا وكلّ من لبشتنشتاين والنمسا وألمانيا، يجري شمالاً فغرباً بشكل إجماليّ، ولا يلبث أن يعاود الاتّجاه شمالاً عند بايزل، المدينة السويسريّة، ليشكّل جزءاً من الحدود بين فرنسا وألمانيا. ويخترق بعد ذلك ألمانيا متّجهاً إلى الشمال ويتزوّد بالمياه من الشرق من نهر النيكار عند مدينة مانهايم، ونهر الماين عند مدينة ماينز حيث ينعطف غرباً، ثمّ إلى الشمال الغربيّ باتّجاه بحر الشمال. وعند مدينة كوبلنز، ينضمّ إلى الرين نهر موزيل من الغرب ليعبر بعد ذلك مضائق الرين الجبليّة الخلّابة باتّجاه بون ودوسلدورف ليصبّ فيه نهر الرور. ويدخل أراضي هولندا عند أرنهم، فيتفرّع إلى عدّة فروع أهمّها نهر ليك ونهر ڤال. ومع إتمام هولندا مشروع الدلتا الضخم في العام ١٩٨٦، أُقفلت الفروع الرئيسيّة، وباتت مياه الرين تصل إلى بحر الشمال عبر صمّامات وأقنية. وتُعتبر قناة المعبر المائيّ الجديدة عند روتردام أبرز رابط ملاحيّ بين الرين وبحر الشمال. والرين معبر مائيّ دوليّ منذ العام ١٨١٥، بناءً على اتفاقيّة فيينا الموقّعة آنذاك. وفي أجزائه الدنيا والمتوسّطة، يلعب النهر دور الشريان الأساسيّ للنظام المائيّ الداخليّ المتشابك في ألمانيا وشمال شرق فرنسا والبلدان المنخفضة. أبرز مرافئه بايزل وستراسبور ومانهايم وكولن وديوزبرج وروتردام؛ وأبرز البضائع التي تتعاطاها الفحم الحجريّ ومشتقّات النفط والخامات المعدنيّة والحبوب، وتُنقل هذه البضائع في مراكب ألمانيّة وهولنديّة كبيرة. وقد استُغلّت طاقته الكهرمائيّة الكامنة بكثافة، لا سيما في أجزائه العليا في جبال الألب. في أواخر القرن العشرين، باتت المسافة الصالحة للملاحة في الرين تبلغ ٨٧٠ كم، وهي صالحة لملاحة سفن يبلغ وزن واحدتها فارغة ٥٠٠٠ طن، وذلك يعني أن أبعد مرفأ يمكن لهذه السفن الوصول إليه هو مرفأ راينفلدن على الحدود الألمانيّة السويسريّة. وتبلغ مساحة حوض النهر، بما فيه الدلتا، أكثر من ٢٢٠,٠٠٠ كم^2. وفي العام ١٩٩٢، أُنجز ما يسمّى قناة الدانوب الرئيسيّة التي تربط بحر الشمال بالبحر الأسود، وتسمح للقوارب الكبيرة بالانتقال بين البحرين، وهي تربط أنهار الراين والماين والدانوب.





نهر التايمز: أبرز أنهار إنجلترا، وقد بُنيت على ضفافه مدينة لندن. ينبع من كوتسولد هيلز في جلوسستر، ويتجه شرقاً عبر ستّ من مقاطعات البلاد الجنوبية لبصبّ في بحر الشمال عند ذي نور The Nore يعني اسمها الضفّة الرملية. يبلغ طول النهر الإجمالي حوالى ٣٣٨ كم. ومجرى النهر بين تيدينجتون ونور، والبالغ طوله ١٠٤ كم، عرضة للمدّ والجزر. أبرز روافد التايمز الثّورن، الويندراش، الإيفنلود، الشّيرويل، الأوك، التام، الكينيت، اللودون، الكولن، الوي والمول.

وقد تهدّد الفيضانات الأحياء اللندنية المشرفة على النهر عندما تتدفّق المياه العالية باتّجاه المصب أثناء حصول المدّ في فصل الربيع. وخوفاً من تعرّض لندن للمدّ الّذي يتفاقم مع هبوب العواصف البحرية في بحر الشمال، أنشأت السلطات حواجز على الأجزاء الدنيا للنهر. وقد بدأت هذه الحواجز بالعمل في العام ١٩٨٢. ولأنّ التايمز مصدر المياه الرئيسيّ للندن وضواحيها الغربية وكذلك للمناطق الأبعد الواقعة حول أوكسفورد وفارينجدون، وجب أخذ خطر الجفاف بالحسبان.

وقد أنشأت الحكومة في العام ١٨٥٧ مجلس الحفاظ على التايمز لضبط النهر؛ وفي العام ١٩٠٨، أنشأت إدارة مرفأ لندن للإشراف على مستوى المياه بعد مدينة تيدينجتون، حيث المجرى عرضة للمدّ والجزر. وفي العام ١٩٧٤، وضعت إدارة مياه التايمز (وهي إحدى ١٠ إدارات مياه مناطقيّة أنشئت في العام ١٩٧٣) يدها على إدارة الدورة المائيّة في حوض التايمز. وتشرف الإدارة على توزيع مياه الشفة وتنظيم الصرف الصحّي ومعالجة هذا الصرف والتخلّص منه وضبط التلوّث وإدارة مراكز الاستجمام.

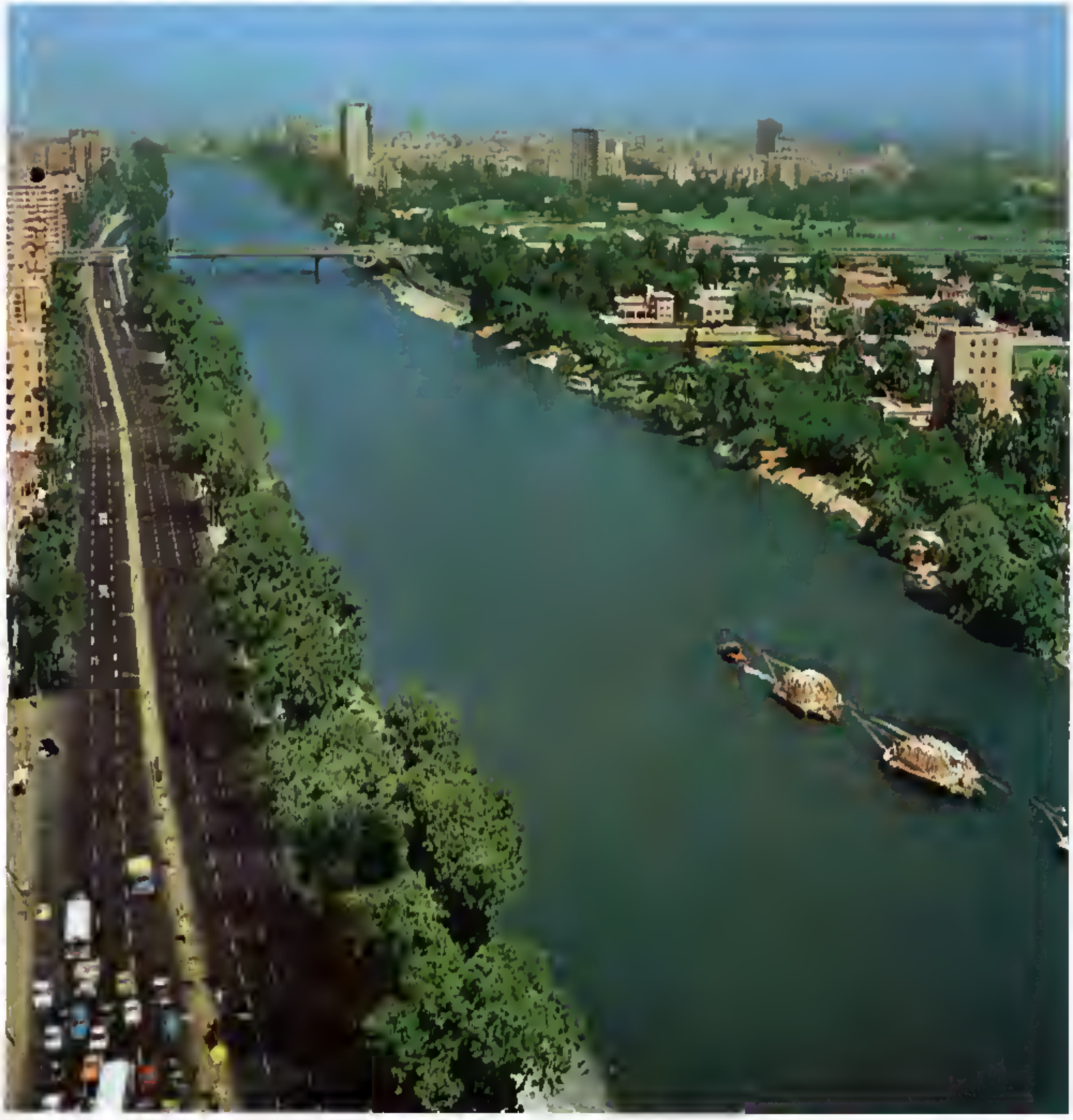
كان التايمز صالحاً للملاحة في مراكب كبيرة حتّى أوكسفورد وإلى ما ورائها في العام ١٦٢٤ ولكن بصعوبة، إلى أن أُنشئت أقفال عند ستاينز في العام ١٧٧١. وأُضيفت أقفال أخرى بين العامين ١٨١٠ و١٨١٥ بين ستاينز وتيدنجتون، وذلك بإشراف بلدية لندن. وسمحت تحسينات لاحقة للقوارب بالوصول إلى ليكلايد، وأحياناً إلى أبعد من تيدينجتون، لا سيّما إلى كينجستون. وتعبر مراكب بخاريّة النهر بين أوكسفورد وكينجستون ناقلةً ركّاباً، لا سيّما صيفاً. وتعمل هذه المراكب أيضاً بين وستمينستر في لندن الكبرى، صعوداً إلى كيو وريتشموند وهامبتون كورت، ونزولاً من تاور بابر إلى تيلبوري وساوثند أون سي ومارجيت. وتعبر قوارب ركّاب بين جرينتش وباتني، وتقطع مُعدّيات (مراكب عبور) من ضفة إلى أخرى بين وولويتش ونورث وولويتش، وبين جرايفزند وتيلبوري.

وأُعيد تأهيل بعض الأقنية المهجورة المرتبطة بالتايمز في ستّينات القرن العشرين، وذلك لممارسة هواية التجذيف. وتُستخدم الأقنية الواقعة على الجزء المعرّض للمدّ والجزر لأغراض تجارية، ومن هذه الأقنية قناة تصل الجراند يونيون بالوست ميدلاندز وديربيشير. ويعدّ التايمز بعد «جسر البرج» الشهير أحد أبرز الممرات المائية في العالم وتديره إدارة التايمز الملاحية.

لكن منذ العام ١٩٦٣، بدأت إدارتا ضبط المياه العذبة وضبط المدّ والجزر بفرض قوانين جديدة حقّقت تراجعاً مهمّاً في نسبة التلوّث في النهر.

نهر السين: يبلغ طول نهر السين ٧٨٠ كم، يُصرّف مع روافده المياه في منطقة تبلغ مساحتها ٧٨،٧٠٠ كم² في شمال فرنسا. هو أحد أهمّ أنهار أوروبا تاريخياً، ويحمل معظم مياه الداخل الفرنسي. ومنذ المراحل الأولى للقرون الوسطى، يعرف السين بأنّه نهر باريس، فالاعتماد المتبادل بين النهر والمدينة التي بُنيت على أكبر مفاصله، قائم بشكل لا تنفصم عراه. وما يزال المركز الخصب لحوض السين، المعروف باسم إيل دو فرانس، والّذي كان مهد الملكية الفرنسية ونواة الأمّة الفرنسية، هو المنطقة المتروبولية (منطقة محيطة بمدينة كبيرة ومندمجة فيها اقتصادياً واجتماعياً).





نهر النيل

نهر النيل، أو بحر النيل، هو أطول نهر في أفريقيا والعالم. ينبع من مرتفعات واقعة جنوبيّ خطّ الإستواء، ويجري شمالاً عبر شمال شرق أفريقيا ليصبّ في البحر المتوسط.

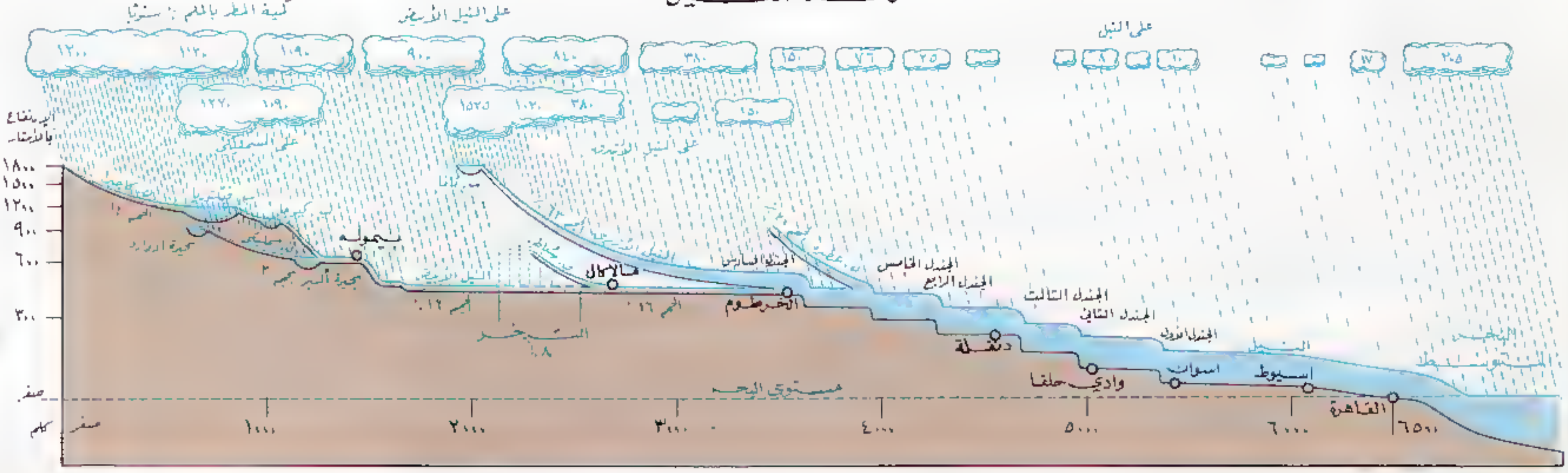
يغطّي حوض النيل حوالى عُشر مساحة أفريقيا، ويقسّم طبيعيّاً إلى سبع مناطق رئيسيّة: هضبة البحيرة في شرق افريقيا ونهر بحر الجبل والنيل الأبيض والنيل الأزرق ونهر عطبره والنيل شمال الخرطوم ودلتا النيل. ينبع أقصى روافد النيل، وهو نهر كاجيرا، من منطقة البحيرات الافريقيّة الشرقيّة في بوروندي، ويجري شمالاً مخترقاً تانزانيا ورواندا وأوغندا مشكّلاً الحدود بين هذه الدول. ويدخل بعد ذلك في بحيرة ڤيكتوريا من الغرب. ويخرج النيل من هذه البحيرة باسم نيل ڤيكتوريا فيخترق بحيرتيّ كيوجا وألبرت ليخرج باسم نيل ألبرت. ويدخل النهر الأراضي السودانيّة عند نيموله فيصبح اسمه نهر بحر الجبل، إلى أن يلتقي مع نهر بحر الغزال ونهر سُباط بالقرب من مالاكال. وقبل الوصول إلى مالاكال، يعبر نهر بحر الجبل ونهر بحر الغزال منطقة السّد المنخفضة والمستنقعيّة الغنيّة بنباتات البردي الكبيرة وغيرها من النباتات المائيّة. وبعد اتّحاد النيل مع نهر سُباط، يصبح اسمه النيل الأبيض؛ وما يلبث أن يلتقي مع النيل الأزرق الذي ينبع من وسط الهضبة الأثيوبيّة. ويلتقي النهران قرب الخرطوم. وشمال شرق العاصمة السودانيّة، يلتقي النيل آخر روافده الرئيسيّة وهو نهر عطبره الذي يصبّ في النيل من الشرق. وبعد التقائه بعطبره، يرسم النيل حرف S كبير مائل إلى الشمال الغربيّ، ثمّ يعبر ثلاثة جنادل (شلالات) ليدخل بعد ذلك بحيرة ناصر (وتسمّى بحيرة النوبا في القسم الواقع في السودان)، وذلك قريباً من الحدود السودانيّة – المصريّة. وبعد سدّ أسوان العالي الذي كوّن البحيرة، يتابع النيل جريانه شمالاً في الأراضي المصريّة ليصل إلى رأس الدلتا قرب القاهرة حيث يتشعّب إلى عدّة فروع تصبّ كلّها في الحوض الشرقيّ للبحر المتوسط.

من أبرز خصائص النيل المائيّة، فيضانه السنويّ جنوب سدّ أسوان العالي. ففي شمال السودان، يبدأ النهر بالارتفاع عن منسوب مياهه في أيّار ليصل إلى أعلى مستوى له في آب، ويعود المنسوب إلى التراجع بعد ذلك فيبلغ أدنى منسوب له بين كانون الثاني وأيّار. وعلى الرغم من أنّ الفيضان ظاهرة دوريّة، فإنّ حجمها ويوم انطلاقها يختلفان من عام إلى آخر. ويعود الفيضان إلى ازدياد كمية المياه في النيل الأزرق وعطبره، جرّاء هطول أمطار موسميّة غزيرة على الهضبة الأثيوبيّة حيث ينبعان. فالهضبة الأثيوبيّة تقدّم أكثر من ٨٠٪ من مياه النيل، فيما يأتي الباقي من هضبة البحيرة في شرق أفريقيا. وحصّة النيل من النيل الأزرق أكبر من حصّته من عطبره خلال موسم الفيضان، لكن خلال موسم انخفاض منسوب المياه، يلعب النيل الأبيض الدور الأبرز في تزويد النيل بالمياه.

ومن الصعب وجود منطقة في حوض النيل ذات مناخ استوائيّ بكلّ ما في الكلمة من معنى. فالقسم الأكبر من الحوض عرضة لتأثير الرياح التجاريّة التي تعتبر مسؤولة عن قحولة معظم مناطق الحوض. فالنيل بين الخرطوم وأسوان يجري بين صحارٍ، ولا توجد نباتات إلّا ضمن نطاق ضيق على كلّ ضفّة. وحيث تسمح التربة، يقوم الفلاحون بزراعة الضفاف والمناطق المنبسطة القريبة منها، مستخدمين مياه النيل للريّ. وتؤمّن هذه الزراعة قوت عدد متواضع من الناس. وبين أسوان والقاهرة، يحيط بالنهر سهل فيضيّ غنيّ بالطمي. ويصل عرض هذا السهل إلى ١٩ كم أثناء اتّجاه النيل إلى الشمال. ويُروى هذا السهل من مياه النهر. أما خلف السهل الفيضيّ فمناطق صحراويّة قاحلة.

وتمتدّ المناطق الصحراويّة على جانبي وادي النيل، من البحر المتوسّط شمالاً إلى عطبره جنوباً في وسط شمال السودان. ومعظم هذه المنطقة لا يهطل فيه المطر، وهو خالٍ من النباتات باستثناء المناطق المحيطة بالواحات. وجنوب عطبره، تنتشر شجيرات شائكة في مواقع متفرّقة، وأبرزها أشجار الأقاقيا. وتزداد كثافة النباتات كلّما اتّجهنا جنوباً لنصل إلى منطقة السفناء الغنيّة بالأعشاب والأشجار الصغيرة الشائكة. وتتحوّل هذه المنطقة

رحلة النيل



إلى أراضٍ مستنقعيّة خلال الفصل المطير. وجنوبيّ هذه المنطقة، أي بالقرب من النيل الأزرق وبمحاذاته، تنتشر غابات السفناء وغابات تكثر فيها الأمطار.

تكثر الأسماك وتتنوّع في نظام النيل المائيّ. أبرز الأنواع النيلابيا الذي يعدّ مصدراً هاماً لغذاء السكان واللوط Lates Niloticus، الفرخ الضخم الذي يصل وزن واحده إلى ١٤٠ كغ في كثير من الأحيان، إضافة إلى أنواع عدّة من أسماك السّلّور Catfish. ومن زواحف حوض النيل، التماسيح والسلاحف لَيّنة الصّدفة والعظاية، وأنواع عدّة من الأفاعي بما فيها نوعان من أنواع الصّل.

يُعرف سكّان الحوض الأعلى للنيل بالنيليّين. وتقطن قسماً كبيراً من جنوب السودان قبائلُ ناطقة بلغات نيليّة وبانتويّة، فيما تسكن وسط السودان قبائل ساميّة رعويّة. وفي شمال البلاد، يعيش عرب ونوبيّون مسلمون إضافة إلى مجموعات حاميّة. والمصريّون إجمالاً من أصول حاميّة مختلطة بعناصر أوروبيّة في الشمال، ونوبيّة في الجنوب.

ويعود استخدام مياه النيل للريّ في مصر إلى يوم بدأ الإنسان برشّ البذور في الوحل الذي تخلّفه مياه الفيضان بعد انحسارها. ولذلك يُعتقد أنّ النيل قدّم دعماً حيويّاً للمستوطنات البشريّة منذ ٥٠٠٠ سنة على الأقلّ. وبات الريّ المستمرّ ممكناً بعد إنشاء عدد من الحواجز والشبكات المائيّة على النهر قبل نهاية القرن التاسع عشر. ومع حلول القرن العشرين، كان نظام الأقنية قد أعيد تنظيمه، وسدّ أسوان الأوّل قد أنشىء في العام ١٩٠٢. وبُني سدّ أسوان العالي بين العامين ١٩٥٩ و١٩٧٠، وذلك في موقع يبلغ فيه عرض النهر ٥٥٠ م، وضفافه عالية ومكوّنة من الجرانيت. وقد أتمّ السدّ سيطرة الإنسان على النيل، فتمّ التحكّم بفيضانه، ونشأت بحيرة ناصر البالغ طولها ٥٠٠ كم خلف السدّ والتي تصل إلى داخل الأراضي السودانيّة. ويحمي السدّ الناس والمزروعات من أضرار الفيضان، وينتج كميّات هائلة من الطاقة الكهربائيّة. والنيل وسط مهمّ لانتقال الناس والبضائع. والنيل البالغ طوله ٦٦٧١ كم يفرغ حوضاً مائيّاً بمساحة ٣.٣٤٩,٠٠٠ كم²، بمعدّل تفريغ سنويّ يساوي ٣١٠٠ م³ في الثانية.

نهر الفرات (في الأسفل)

الفرات، واسمه السومريّ بورانونو والأكّاديّ بوراتو والفارسيّ القديم أوفرات واليونانيّ واللاتينيّ يوفراتس والتوراتيّ بيراث والتركيّ فيرات، أكبر نهر في آسيا الغربيّة. ينبع من الهضبة الأرمنيّة في تركيا، ويجري باتّجاه الجنوب إجمالاً عابراً سوريا وجنوب العراق حيث يلتقي مع نهر دجلة، فيشكّلان معاً شطّ العرب الذي يصبّ في الخليج العربيّ. ويبلغ طول الفرات ٢٧٠٠ كم.

يقسّم الفرات طوبوغرافيّاً إلى ثلاثة أقسام:

(١) الفرات الأعلى الذي يبدأ مع رافدين أساسيّين، الكارا (الموحل) والمورات (الصّافي). ويقطع هذان الرافدان اللذان ينبعان من الهضبة الأرمنيّة ودياناً عدّة تخترقها عدّة مضائق إلى أن يلتقيا على بعد حوالى ٥٠ كم إلى الشمال الغربيّ من بلدة إيلازيج. وانطلاقاً من هذا الملتقى المرتفع، يشكّل الفرات انحناءة عكسيّة بين السلاسل الجبليّة الضخمة المعروفة بجبال طوروس في جنوب تركيا، وينحدر إلى مستوى أدنى بحوالى ٣٠٠ م عند وصوله إلى الهضبة السوريّة، وذلك عند بلدة سمست التركيّة.

(٢) الفرات الأوسط الذي يبدأ عند سمست وينحدر إلى المنخفضات العراقيّة عند هيت ويبلغ ١٥٠٠ كم. ويقطع هذا الجزء وادياً ذا جوانب شديدة الانحدار مقارنة بسطح الهضبة، ويراوح عرض سهل الفيضان بين ٣ و ٦ كم. أبرز الروافد في هذا الجزء نهر الخابور.

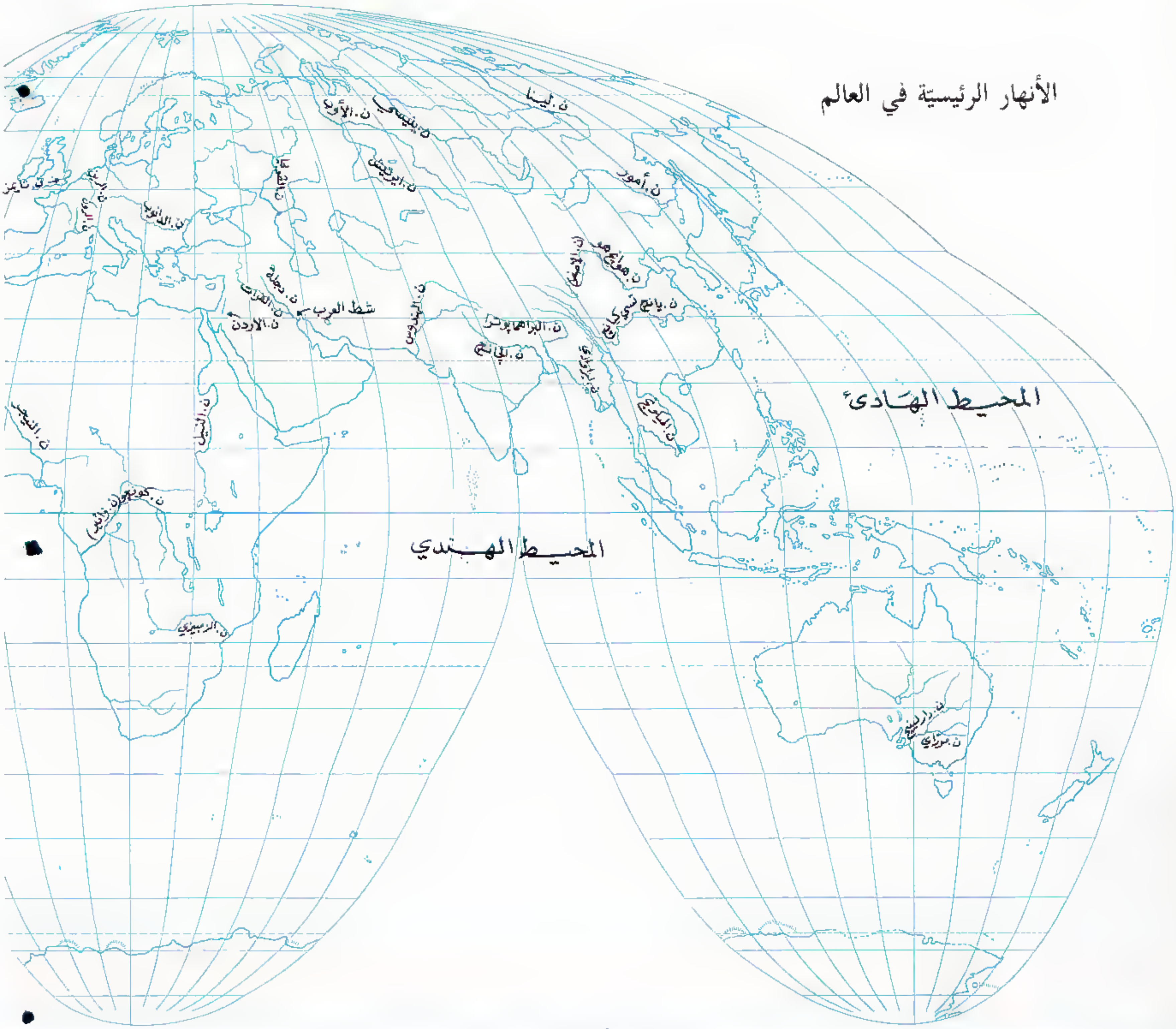
(٣) الفرات الأدنى الذي ينطلق عند هيت من الوادي السحيق إلى سهول العراق حيث يتراجع حجم مياهه وسرعتها. وجرّاء المناخ الجافّ في هذه المنطقة، يتبخّر الكثير من الماء فيضاف هذا الماء المفقود إلى الكميّات التي تضيع في المستنقعات وبسبب أعمال الريّ. وتتراكم رواسب كبيرة في دلتا الفرات، ويصاحب التصريف الصعب شبكات متشابكة من الأقنية ومستنقعات وبحيرات دائمة ضحلة. فهذه التشكيلات تمتصّ قسماً كبيراً من مياه الفرات، ويراوح حجم التشكيلات بحسب الظروف المناخيّة. ويجري الفرات بين هيت والمسيّب في قناة واحدة. ويقترب الفرات عند الفلوجة الواقعة بين هيت والمسيّب من نهر دجلة، وقد نشأت عند هذه النقطة مدينة بغداد. وبعد المسيّب، ينقسم النهر إلى فرعين: شرقيّ يسمّى شطّ الحلّة وكان في الماضي قناة رئيسيّة، وغربيّ يسمّى شطّ الهنديّة هو اليوم القناة الرئيسيّة. ويتحدّ الفرعان عند السماوة بعد ١٧٥ كم من تفرّعهما، ويظلّ المجرى واحداً حتى الناصريّة. وينقسم الفرات بعد ذلك إلى قنوات عدّة تجري في مناطق مستنقعيّة وتشكّل بحيرة هور الحمّار التي تلتقي مع دجلة عند طرفها الشرقيّ، حيث ينطلق النهران في نهر واحد هو شطّ العرب يجري على مسافة ١٩٣ كم ويصبّ في الخليج العربيّ.

وقد خلق النهر بعدم انتظام فيضاناته الفصليّة والسنويّة، مشكلتي ضبط الفيضان وتأمين وسائل ريّ مناسبة. فعبر التاريخ، ولا سيّما في الأزمنة الحديثة، بُنيت أعداد كبيرة من الجسور والسدود والحواجز والخزّانات والسياجات والأقنية وغيرها من وسائل تصريف المياه.

وقد احتضن الفرات حضارات ما بين النهرين منذ السومريّين وحتى العباسيّين. وقد تقاسمت ثلاثة شعوب المنطقة في الألف الأوّل قبل الميلاد، فقطن البابليّون الجنوب، والآراميّون الوسط، فيما قطن الحثيّون الشمال. وشكّلت المناطق الآراميّة جزءاً من مملكة الأشوريّين التي نشأت لاحقاً. وما لبث الجزء السوريّ من الفرات أن شكّل الحدود بين الدولتين الرومانيّة والفارسيّة.



الأنهار الرئيسية في العالم





نهر لينا



نهر الأمازون

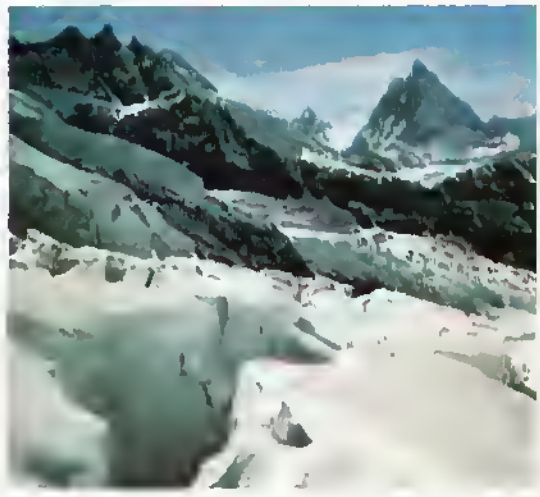




مجلدة مورتيراتش (الجهة السويسرية من قمم برنينا) (إلى اليسار)

تظهر هذه الصورة بوضوح القسمين اللذين يشكّلان المجلّدة. حوض التجمّع، أو النبع، في النقطة العليا من المجلدة، ويغطيه الثلج حتى خلال الصيف؛ وبدن المجلدة، الخالي من الثلج، والمؤلّف من كتلة من الجليد المتحرّك تجري في اتجاه الأسفل.

من نهاية البدن، الذي يدعى خطم المجلدة، يجري الجدول الجليدي الذي يتدفّق محدثاً ضجيجاً قوياً.



الصدوع

في أمامية الصورة، يظهر عدد من الشقوق العميقة في الجليد، أو الصدوع. الصدوع كسور في الكتلة الجليدية يراوح عمقها بين بضعة أمتار و٥٠م تقريباً. تتشكّل الصدوع عندما يصل النهر الجليدي، في نزوله، إلى موضع شديد الانحدار يميل إلى تمديد النهر الجليدي أو ضغطه، متجاوزاً بذلك الحد الأقصى للبونة الجليد.

المَجَلّدات

المجلدات كتل جليدية تنحبس في أحواض صغيرة تعرف بـ«الحلبات» أو «الحلقات»، أو تنحصر بين جدران صخرية، أو تجري في شكل أنهار جليدية ضخمة. ويرجع تكوين المجلدات إلى عملية بطيئة يتحوّل بنتيجتها الثلج إلى جليد متراص.

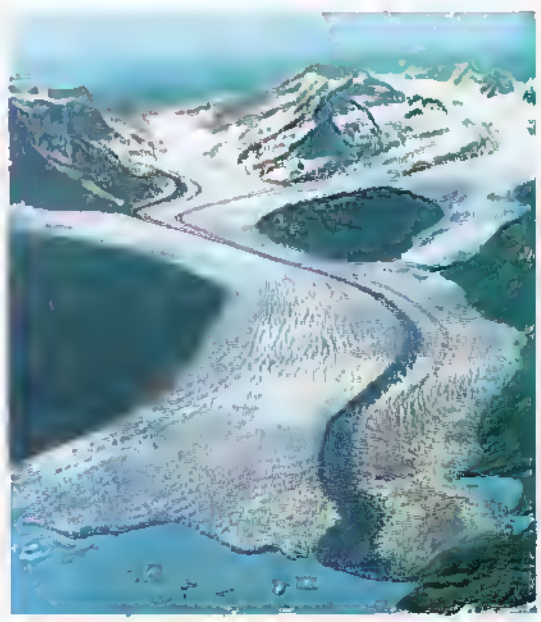
فوق ارتفاع معيّن (يعرف بحد الثلج الدائم)، يبلغ ٢٧٠٠م في جبال الألب، لا يذوب الثلج الذي يسقط في الأشهر الباردة بشكل كامل في فصل الصيف. وتالياً، فإن الثلج يتراكم سنة بعد سنة ويتحوّل ببطء، بفعل الضغط المتزايد الذي يطرد منه الهواء، إلى ثلج حُبيبي، ومن ثم إلى جليد متراص.

لا تبقى كتلة الجليد المتشكّلة على هذا النحو ساكنة، بل إنها تميل، بسبب الجاذبية، إلى الانزلاق فوق الأرض بسرعة تراوح بين بضع عشرات وبضع مئات من الأمتار في السنة. تتوقف المجلدة (أو نهر الجليد) عن التحرّك في اتجاه الأسفل عندما تصل إلى ارتفاع تكون عنده الحرارة مرتفعة بما فيه الكفاية لإذابة الجليد. وهكذا، فإن بقاء المجلدة رهن بالتوازن القائم بين تراكم الثلج في الأشهر الباردة من السنة وذوبانه أو تذريته في أشهر الصيف الحارة.

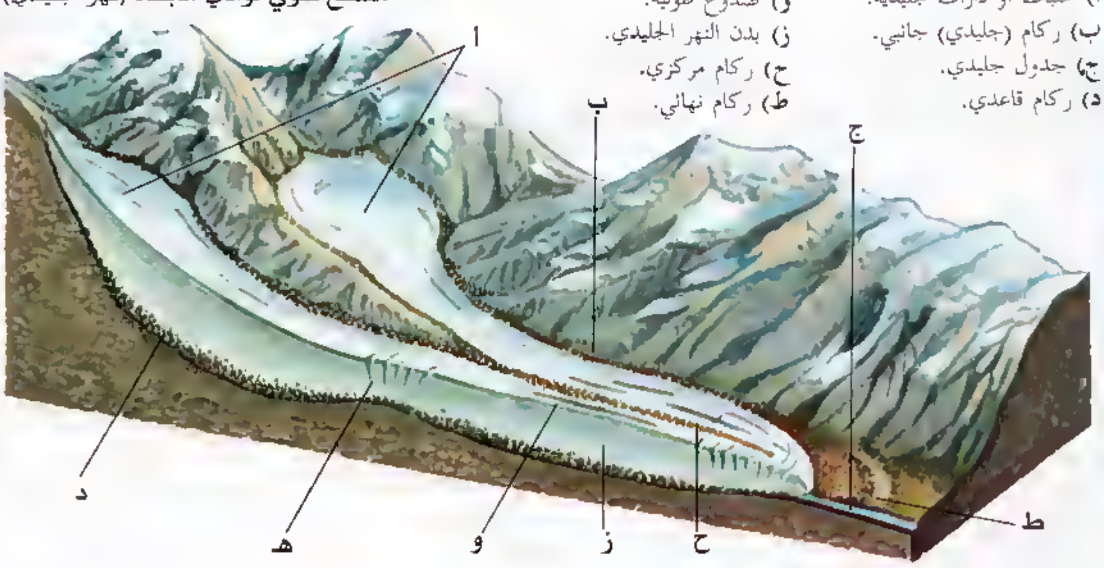
إذا حدث، على مدى سنوات عدة، أن كان سقوط الثلج كثيفاً في الشتاء وكانت درجات الحرارة منخفضة في الصيف، يزداد النهر الجليدي طولاً وضخامة؛ ويقصر مجرى النهر الجليدي في الحالة المعاكسة.

مجلدة كولوري في ألاسكا

ان مجلدات ألاسكا، التي تغطي معاً مساحة تتجاوز ٥٠,٠٠٠ كم٢، هي من النوع السفحي. عند خروج هذه المجلدات من الأودية، تلتقي أبدانها لتشكّل نهراً جليدياً واحداً ضخماً، يصل أحياناً، كما في الصورة، إلى شاطئ البحر. الخط الداكن المتمعّج الذي يبدو كأنه يقسم النهر الجليدي، هو ركام جليدي يتألف من حتات صخر يقتلعه النهر الجليدي من سطح الجبل ويحمله معه في تقدّمه.



مقطع طولي لوادي مجلدة (نهر جليدي)



أ) حلبات أو دارات جليدية.
ب) ركام (جليدي) جانبي.
ج) جدول جليدي.
د) ركام قاعدي.
هـ) صدوع عَرْضية.
و) صدوع طولية.
ز) بدن النهر الجليدي.
ح) ركام مركزي.
ط) ركام نهائي.



المجلَدَة أو نهر الجليد

المجلدة هي كميّة هائلة من الجليد تتحرك ببطء فوق اليابسة. تأتي كلمة Glacier من الكلمة الفرنسيّة Glace، ومعناها «الجليد». يُطلق غالباً على المجلدة اسم «نهر الجليد».

تصنَّف أنهار الجليد ضمن مجموعتين: أنهار الجليد الألبيّة وصفحات الجليد. تتكوّن أنهار الجليد الألبيّة فوق أسناد(١) الجبال، وتتحرك نحو الأسفل عبر الوديان. أمّا صفحات الجليد فلا يقتصر وجودها على المناطق الجبليّة فقط. وهي تشكّل قبباً واسعة تمتدّ انطلاقاً من وسطها في جميع الاتّجاهات.

عند امتدادها، تكسو صفحات الجليد كلّ شيء حولها بغطاء سميك من الجليد، بما في ذلك الوديان والسهول وحتى الجبال. تمتدّ أكبر أنواع صفحات الجليد، المسمّاة بأنهار الجليد القاريّة، فوق مساحات شاسعة. في أيّامنا الحاضرة، تغطّي أنهار الجليد القاريّة معظم قارّة القطب الجنوبيّ (أنتاركتيكا) وجرينلاند.

غطّت صفحات ضخمة من الجليد معظم مناطق أميركا الشماليّة وأوروبا خلال الفترة التي يسمّيها الجيولوجيّون العصر الحديث الأقرب (البليستوسين)، وقد بلغت هذه الصفحات الجليديّة أكبر حجم لها قبل حوالى ١٨,٠٠٠ سنة. بامتدادها، حفرت وغيّرت أنهار الجليد القديمة سطح الأرض، وكوّنت الكثير من المشاهد التي نراها اليوم. خلال العصر الحديث الأقرب، كان ما يقارب ثلث مساحة اليابسة مغطّى بأنهار الجليد. وفي يومنا هذا، حوالى عشر مساحة الأرض اليابسة مغطّى بجليد المجلدات.

كيف تتشكّل وتتحرّك أنهار الجليد؟

تبدأ أنهار الجليد بالتكوّن في الأماكن حيث لا يذوب سوى القليل فقط من كميّة الثلوج التي تتراكم عاماً بعد عام. بعد سقوطه بقليل، يبدأ الثلج بالتكثّف، ويتحوّل شيئاً فشيئاً من بلّورات(٢) خفيفة وزغبة(٣) إلى حبيبات مستديرة الشكل. عندما يسقط ثلج جديد ويُطمر هذا الثلج الحُبيبي، يصبح هذا الأخير أكثر تكثّفاً ويتحوّل من جديد إلى بلّورات من الجليد الكثيف.

مع مرور السنين، يؤدّي وزن الثلج المتكدّس في الأعلى إلى التزاز أشدّ وتبلّر أكبر للحبيبات. عندما تصل سماكة الجليد إلى حدّ كاف (حوالى ٥٠ متراً)، تندمج الحبيبات لتشكّل كتلة من الجليد الصلب. ويبدأ نهر الجليد بالتحرّك بفعل وزنه الخاصّ، وبفعل الجاذبيّة ينزل ببطء في الوديان.

تتقدّم الأجزاء المختلفة في نهر الجليد بسرعات مختلفة. الجزء الأعلى هو قسم هشّ وصلب يطفو فوق الجليد الجاري. ويتحرّك الجزء الجاري بسرعة أكبر من القاعدة التي تجرش وتصقل بتقدّمها القاع الصخريّ للنهر.

إنّ السرعات المختلفة لتلك الأجزاء في حركة نهر الجليد تؤدّي إلى قيام توتّر في الجزء الأعلى الهشّ من الجليد، فينكسر محدثاً شقوقاً، تُدعى صدوعاً، في الـ ٥٠ متراً العليا من نهر الجليد.

يتقدّم معظم أنهار الجليد ببطء شديد بضعة سنتمترات فقط في اليوم، غير أنّه قد أُطلق على بعضها اسم أنهار الجليد الراكضة Galloping glaciers لأنّها تقدّمت في بعض الأحيان أكثر من ٥٠ متراً في اليوم.

حيثما يلتقي نهر الجليد بشاطىء البحر، ترتفع حافّته الأماميّة وتطفو على المياه، مكوّنة بذلك أجرافاً(٤) من الجليد يمكنها أن تصل إلى علوّ ٦٠ متراً أو أكثر. عند حافّة نهر الجليد، تنفصل قطع من الجليد عن الكتلة وتطفو في الماء، وهي عمليّة تُعرف بالإنشعاب Calving. وتسمّى قطع الجليد العائمة المنفصلة عن نهر الجليد، جبال الجليد Icebergs.

كيف تُغيّر أنهار الجليد الأرض؟

بالرغم من أنّ أنهار الجليد تتقدّم ببطء، إلّا أنّ باستطاعتها ممارسة قوّة هائلة. فهي دون هوادة، وسنة بعد سنة، تجرف الأرض أمامها، ساحقة، طاحنة، ومطيحة تقريباً بكلّ ما في طريقها، بما في ذلك الغابات والتلال وجوانب الجبال.

تبدأ أنهار الجليد الألبيّة بالجريان منحدرة من تجاويف في الجبال، لها شكل طاس دائريّة، تدعى المدرّجات الطبيعيّة Cirques. ومع انحدارها، تُوسّع أنهار الجليد وديان الأنهار التي بشكل V فتجعلها بشكل U. تحفر أنهار الجليد الألبيّة عميقاً في الأرض التي تصبح هيئتها وعرة ودراماتيكيّة. من ناحية ثانية، تميل صفحات الجليد عند تمدّدها إلى تمليس وصقل الأرض التي تحتها.

بتقدّمها، تنحت أنهار الجليد، أو تعرّي، الأرض؛ إذ تلتقط وتحمل معها كمّيات كبيرة من التربة والموادّ الصخريّة والطين. بعض الجلاميد التي تحملها أنهار الجليد يبلغ حجمه حجم البيت. وتتمركز هذه الصخور الضخمة في قاعدة نهر الجليد، فتخدش الأرض مثل أسنان المدمّة(٥). فتحفر الجلاميد بذلك أثلاماً طويلة في السطح، تُدعى أخاديد. يمكن للجيولوجيّين تحديد الإتّجاه الذي تحرّكت فيه أنهار الجليد القديمة بدراستهم الأخاديد المحفورة في الصخر.

تقوم أنهار الجليد في آخر الأمر بإلقاء حمولتها من الموادّ الصخريّة والتراب والحصى. نسمّي كُوَماً الموادّ الملقاةُ عند آخر نهر الجليد.

عندما بدأت صفحات الجليد في العصر الحديث الأقرب (البليستوسين) تتراجع قبل حوالى ١٠,٠٠٠ سنة، تركت وراءها مناطق مجوّفة أصبح الكثير منها بحيرات. إنّ بحيرات «فينجر»، غربيّ ولاية نيويورك، قد حفرتها صفحة جليد من العصر الحديث الأقرب. وكانت هذه البحيرات، في ما مضى، ودياناً تجري فيها المياه في خطّ موازٍ لجريان صفحة الجليد الذي كان يتمّ باتّجاه الجنوب. حفر نهر الجليد على طول مجاري المياه، قنوات بشكل U تحتوي اليوم بحيرات عميقة.

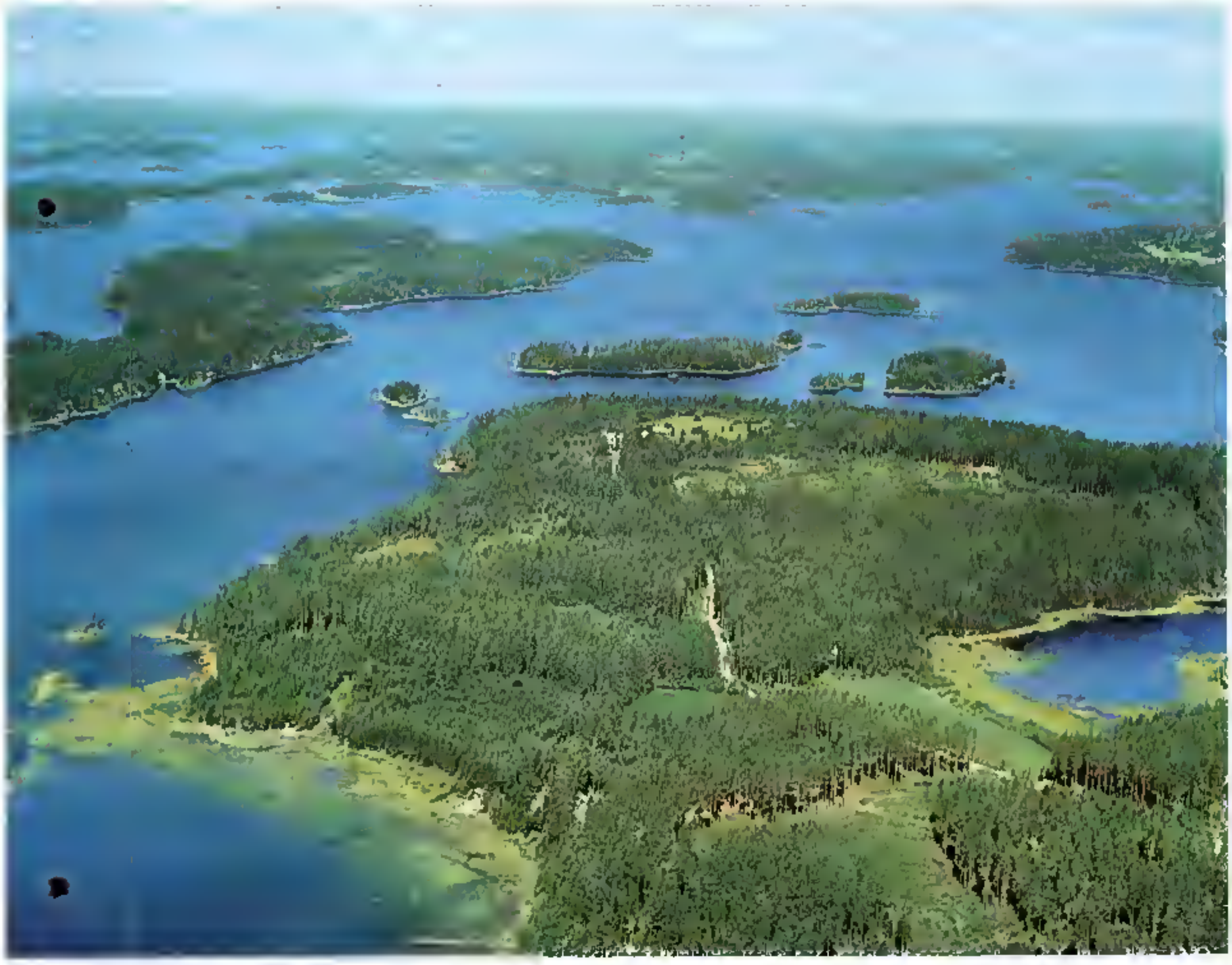
لم تعطِ أنهار الجليد الإنسان تربة خصبة لزراعة المحاصيل وحسب، بل أيضاً موارد مفيدة أخرى؛ منها ترسّبات من الرمل والحصى، ويتمّ استعمال أطنان من هذه الموادّ كلّ عام في صناعة الإسمنت.

هنالك فائدة مهمّة أخرى لأنهار الجليد، وهي المياه التي توفّرها. فالكثير من الأنهار كالرون والرين في أوروبا يتغذّى من الجليد الذائب الآتي من أنهار الجليد.

قامت أنهار الجليد بحفر أحواض معظم بحيرات العالم، وبنحت الكثير من المشاهد الطبيعيّة الجبليّة الأكثر روعة في العالم. فقد نحت الجليد المتحرّك في أنهار الجليد، سلسلة جبال تيتون في ولاية وايومينغ، ووادي يوسيمايت في ولاية كاليفورنيا، وقمّة سيرفان (ماترهورن) في جبال الألب على الحدود السويسريّة الإيطاليّة.

---

(١) أسناد: (ج سند) جوانب الجبال أو منحدراتها.
(٢) بلورات: البلّورة هي مادّة غير عضويّة صلبة شفّافة عموماً. تتخذ شكلاً هندسياً محدداً.
(٣) الزغب: هو صفة ما يكون خفيفاً ورقيقاً كالريش.
(٤) الأجراف: (ج جرف) هي منحدرات صخريّة أو جليديّة شاهقة بخاصّة عند الشاطىء.
(٥) المدمّة: أداة ذات أسنان لجمع العشب أو لتقليب التربة أو تسويتها (شوكة الزراعة).



بحيرة سايما (إلى اليسار)

يرجع تكوين بحيرة سايما، إحدى أكبر بحيرات فنلندا (١٣٠٠ كم²)، إلى امتداد فلنسوتي الجليد الذي حصل في الدهر الرابع والذي غطى في أوقات مختلفة كل مناطق اسكنديناڤيا والبلطيق. في فنلندا، التي يطلق عليها باستحقاق إسم «أرض الـ ١٠,٠٠٠ بحيرة»، أدّى العمل الحات للجليد إلى تشكّل عدد كبير من البحيرات (يتجاوز مجموعها الـ ٥٠,٠٠٠) تغطي عُشر مساحة اليابسة تقريباً. تتميز معظم البحيرات بشكل لامتّسق وعمق لا يتجاوز عادة الـ ١٠٠ متر.

تنتشر في البحيرات جزر صغيرة تغطيها الغابات الصنوبرية.



كرايتر لايك (بحيرة الفوهة)

تقع كرايتر لايك في جبال الكاسكاد (الشلال) في ولاية اوريجون الأميركية وهي مثال نموذجي عن البحيرات البركانية، أو التي تتشكل في فوهات البراكين. تملأ هذه البحيرة فوهة أو حوضاً هائلاً (يتجاوز قطره ٨ كم وعمقه ٨٠٠م) وقد تشكلت بفعل انخساف الجزء العلوي من البركان في خزان الصهارة في الأسفل.

بحيرة باند إي امير

تظهر الصورة بحيرتين من بحيرات باند إي امير في افغانستان. وهي مجموعة من سبع بحيرات تمتد في وادي باند إي امير في الهازاراجات (جبال كوه إي بابا). تقوم البحيرات على طول خط انصداع، تبيّنه بوضوح الجدران الصخرية العمودية التي تحد البحيرات والتي تشكل إحدى حافتي الشق. وتالياً فإن هذه البحيرات تكتونية المنشأ، أي أنها تكوّنت بفعل ملء الماء صدوعاً نتجت من تحرّك قشرة الأرض.



البحيرات

البحيرات هي من أجمل معالم الأرض الطبيعية وأكثرها فتنة، وهي تُرتبط غالباً بالمشاعر الرومنطيقية وبجو من الرضى والطمأنينة. البحيرة، بكل بساطة، حوض مليء بالماء ليس له أي سبيل مباشر إلى البحر. وفقاً لهذا التحديد، يمكن للبحيرات التي تمتلىء، إما بفعل الأنهار والجداول التي تصبّ فيها وإما بفعل الهواطل، أن تتكوّن بطرق عدة ومنوّعة.

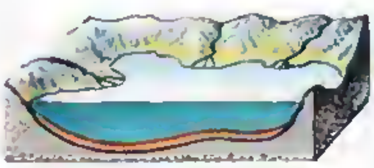
إن أكثر معايير التصنيف شيوعاً، هو الذي يعتمد على أصل الحوض، فيميّز بين البحيرات المشكلة بفعل سد طريق الماء وتلك المكوّنة في أحواض أصيلة أو موجودة.

في الحالة الأولى، تتكوّن البحيرة عندما يسدّ عائق ما مجرى الماء الطبيعي. فلكي يتابع الماء طريقه إلى الوادي، يجب أن يملأ أولاً التجويف الموجود قبل العائق لجهة أعلى النهر.

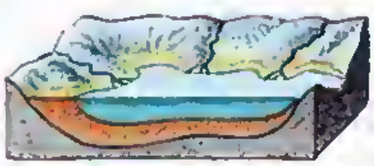
قد يكون هذا العائق انهيالاً أرضياً (كما في حالة بحيرة أليجي، مثلاً)، أو ركاماً جليدياً، أو نهراً جليدياً، أو ارتفاعاً ساحلياً متطاولاً أو كثيباً رملياً. من البحيرات التي تشكّلت في أحواض أصيلة غير ناتجة من عائق ما، نذكر البحيرات المتشكلة في فوهات البراكين (على سبيل المثال، كرايتر لايك، أو بحيرة الفوهة، في ولاية أوريچون الأميركية)، والبحيرات التكتونية، التي تملأ شقوقاً كبيرة في القشرة الأرضية، مثل البحيرات القائمة في شرق أفريقيا الوسطى (بحيرة ادوارد، بحيرة تانچانيكا، بحيرة مالاوي، إلخ). هناك أيضاً بحيرات كارستية، متشكّلة في كهوف وحُفَر بالوعية، وبحيرات جليدية متشكلة بفعل الحت الذي يحدثه الجليد المتحرّك، وبحيرات قائمة في حفرات الأرجام (الأحجار النيزكية).

مراحل ترسّب البحيرة (إلى اليسار)

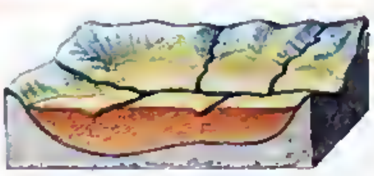
البحيرات معالم موقتة في صفحة الأرض، وهي تدوم وقتاً قصيراً جداً، من وجهة النظر الجيولوجية، خصوصاً عندما تكون محدودة الحجم والعمق. إن زوال البحيرة أمر محتوم، وهو ينتج من امتلاء الحوض بمواد طمية تجلبها الأنهار التي تصبّ في البحيرة. وتشكل هذه المواد الطمية دلتات تمتد بشكل مستمر في اتجاه بعضها البعض حتى تتحد في ما بينها، مثلما تبيّنه الرسوم التوضيحية إلى اليسار.



تبدأ الأنهار التي تصب في البحيرة بإيداع مواد طميية على القاع وبتشكيل دلتات.



في المراحل المتوسّطة، تزداد سماكة الرواسب المستقرة على القاع وتستمر الدلتات في الامتداد.



ملأت المواد الرسوبية حوض البحيرة وتقرر نهائياً مصير البحيرة.

البحيرات

من الناحية العلمية، البحيرة هي جسم مائيّ داخليّ تحيط به اليابسة، وهي أكبر من البركة. لكنّ هذا الإسم يُطلق أحياناً على الأجزاء العريضة من الأنهار، وعلى أجسام مائية متّصلة مباشرة بالبحر. فعلى سبيل المثال، إنّ البحيرات الساحلية تتكوّن في الكثير من الأحوال حيث تشكّل الأمواج والتيّارات البحريّة التي تجري بمحاذاة الشواطىء، امتدادات رمليّة مرتفعة في عرض الخلجان أو مصبّات الأنهر الواسعة. ويمكن أن يُطلق نهر كبير ذراعاً من دلتاه بعيداً عنه، بحيث تحيط بمساحة مائية. وقد تشكّلت بحيرة بونشارترين في ولاية لويزيانا بهذه الطريقة بالتحديد. وتكون جميع البحيرات الساحلية المماثلة ضحلة المياه.

تكوّن القسم الأكبر من بحيرات العالم بسبب عمل أنهار الجليد. ففي عصر الجليد الذي ساد نصف الكرة الشماليّ، تقدّمت صفحات ضخمة من الجليد ببطء باتجاه الجنوب، عبر شمال أميركا الشمالية وأوروبا وآسيا، حاملة معها كُتلاً من الطين والفِلَذ الصخريّة المقتلَعة من الطبقة الصخريّة الواقعة تحتها. وقد حفرت أنهار الجليد آلاف الأحواض في الأماكن الضعيفة من الصخر. وتشكّلت أحواض أخرى حيث خلّفت أنهار الجليد وراءها بعضاً من الطين والفلذ الصخريّة التي حملتها، فسدّت وديان بعض الأنهار. ونجد اليوم آلاف البحيرات في وسط كندا وولايات مينيسوتا وميشيغان وويسكونسن الأميركيّة، وغيرها من المناطق التي كانت مغطّاة بصفحات جليديّة، التي تشكّلت في مثل هذه الأحواض المعروفة بالأحواض المجروفة.

وتنتج بعض البحيرات الكبيرة عن عمليّتين في وقت واحد: حتّ شديد وترسيب أنهار الجليد السابقة كميّات ضخمة من الركام. تمتدّ البحيرات الكبرى في أميركا الشمالية في وديان أنهار قديمة أو منخفضات حفرتها أنهار الجليد فزادت عمقها، وشكّلت الركامات الجليديّة أحقّتها. وتغطّي البحيرات الكبرى حوالى ٢٤٥,٠٠٠ كيلومتر مربع، وتشكّل جسماً مائياً داخلياً ضخماً وأكبر امتداد من الماء العذب في العالم. وتشكّل بحيرة سابيريور أكبر بحيرة ماء عذب في العالم من حيث المساحة السطحيّة. ولا يفوق هذه البحيرة حجماً سوى بحر قزوين، وهو بحيرة مالحة.

وتشكّلت البحيرات أيضاً نتيجة النشاط البركانيّ. ففي أماكن عدّة من العالم، تحوّلت فوهات البراكين الخامدة إلى بحيرات. ونجد الكثير من هذه البحيرات في مقاطعة أوفرنيه في جنوب فرنسا ومنطقة إيفل في شمال ألمانيا، وفي المنطقة المحيطة بروما في إيطاليا. وقد خسر بعض البراكين قممه في انفجارات هائلة، أو انهار وسطها، فتشكّلت حفر ضخمة، أو كالديرات، امتلأت ماء وتحوّلت إلى بحيرات. إنفجر جبل كاتماي في ألاسكا بشكل عنيف سنة ١٩١٢، فتشكّلت حفرة كبيرة بقطر ٤ كم وعمق أكثر من ٩٠٠ متر. وقد شغلت قعر الحفرة، منذ ذلك الوقت، بحيرة ماء دافيء بعرض ١,٦ كم. وتشكّلت بحيرة أخرى جميلة جداً بالطريقة نفسها، هي بحيرة كرايتر Crater Lake في جنوب ولاية الأوريجون. ويبلغ عمق هذه البحيرة، ذات اللون الأزرق الغامق، ٥٨٩ متراً.

في الماضي، رُفعت أجزاء من قاع البحر لتشكيل مناطق من اليابسة. وبقيت في هذه المناطق بحيرات ضحلة غير منتظمة الشكل. وتتحوّل هذه البحيرات إلى بحيرات ماء عذب مع اختلاط مائها المالح بكميّة كبيرة من مياه الأمطار. وقد تشكّل بعض بحيرات جنوب فلوريدا وسهول سيبيريا الباردة بهذه الطريقة.

بحيرات المياه المالحة والمياه العذبة

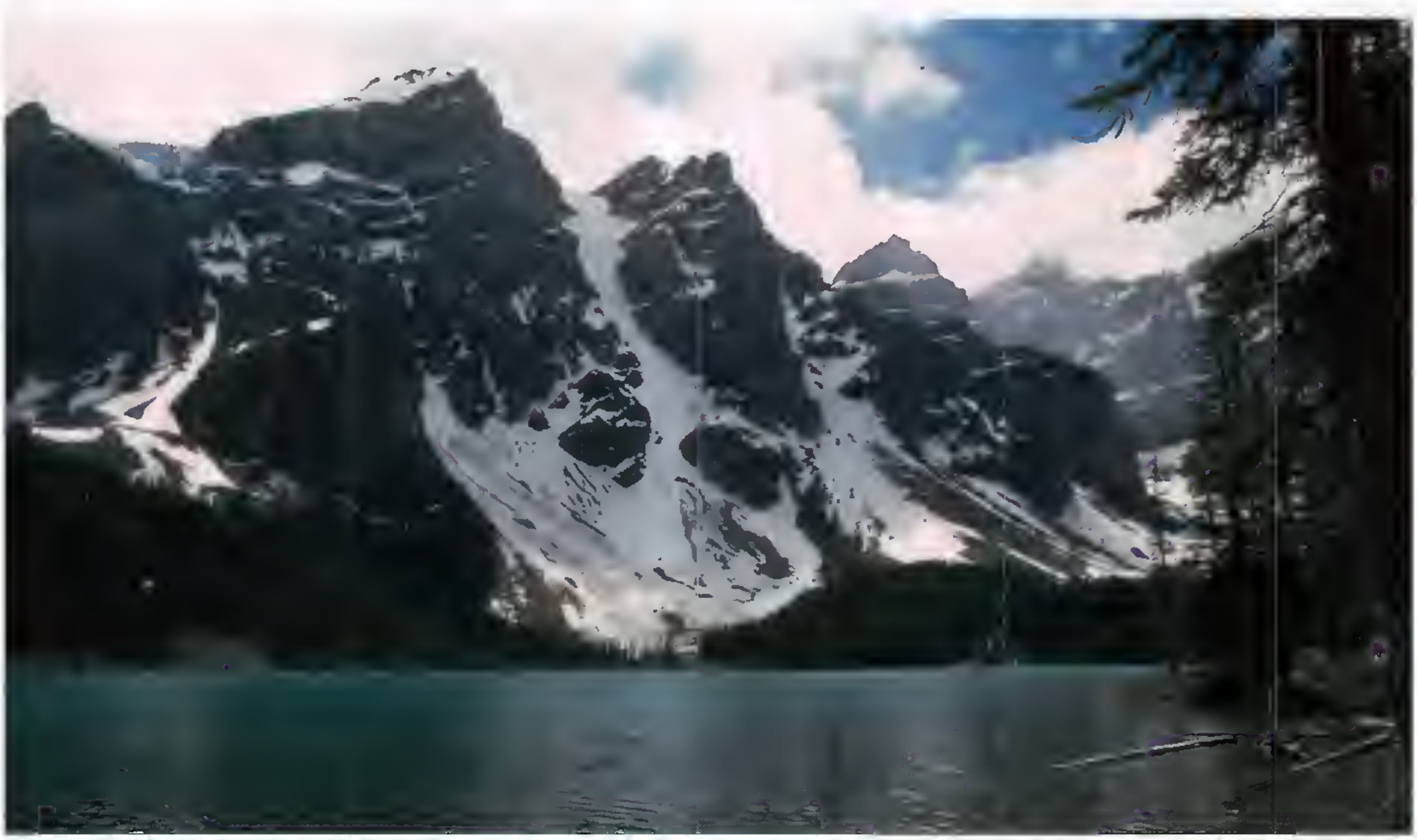
لا تحتوي جميع البحيرات على ماء عذب. فالبحر الميت، مثلاً، بحيرة مالحة جدّاً، تقع في صدع منخفض في الأردن. ويقع سطح هذه البحيرة على ٤٠٠ متر تحت مستوى سطح البحر. وهي، بذلك، أوطأ بحيرة في العالم. وأعلى بحيرة صالحة للملاحة في العالم هي بحيرة تيتيكاكا في هضبة الأند في البيرو، الواقعة على ارتفاع ٣٨١٠ أمتار فوق سطح البحر. وتشكّل بحيرة جريت سولت Great Salt Lake، في ولاية يوتا الأميركيّة، بقيّة من جسم مائيّ عذب أكبر منها بكثير، كان يدعى بحيرة بونفيل. فقد انكمشت هذه البحيرة بسبب تزايد جفاف المناخ الذي زاد من تبخّر مياه البحيرة. وقد أدّى ذلك إلى تركيز الأملاح المذابة التي تحملها الروافد إلى البحيرة في كميّة متناقصة من الماء، ما جعل الماء أكثر ملوحة سنة بعد سنة. ولا تزال هذه العمليّة مستمرّة في الوقت الحاضر. ومن السمات غير المألوفة لهذه البحيرات المالحة، قدرتها على إبقاء السبّاحين عائمين فيها، فمن الأسهل بكثير أن يطفو المرء في البحر الميت أو بحيرة جريت سولت من أن يعوم في بحيرة ماء عذب.

إنّ القدر الأكبر من الماء العذب على الأرض - ويقدّره العلماء بأكثر من أربعة أخماس الكميّة الإجماليّة - محتجز في المجلدات وصفحات الجليد القطبيّة والمياه الجوفيّة. وتجمع حوالى ٤٠ بحيرة فقط نحو ١٢٥,٠٠٠ كم^3 من الماء العذب، أي نحو أربعة أخماس الماء العذب المتوفر في البحيرات. وتشكّل بحيرة بايكال في آسيا الوسطى أعمق جسم مائيّ قاريّ على سطح الأرض، ويبلغ أقصى عمق لها ١٧٤١ متراً، وتحتوي على الخُمس تقريباً من المياه العذبة على سطح الأرض أي حوالى ٢٣,٠٠٠ كم^3. وتأتي بعدها، من حيث الحجم، بحيرة تانجانيكا في أفريقيا وبحيرة سابيريور في أميركا الشماليّة. وتحتوي «البحيرات الكبرى» في أميركا الشمالية معاً على حوالى ٢٢,٩٠٠ كم^3 من الماء، أي ما يعادل تقريباً كميّة الماء في بحيرة بايكال.

البحيرات، موارد محدودة

تستهلك المجتمعات الصناعيّة الحديثة كميّة كبيرة من مياه البحيرات العذبة، فيُجرّ الماء من البحيرات إلى المراكز السكنيّة للشرب والإستحمام. ويُستعمل الماء أيضاً في مجموعة واسعة من العمليّات الصناعيّة، ولتوليد الطاقة، وكمبرّد في محطات توليد الطاقة النوويّة، وللريّ، وللتسلية. وقد سبّب الكثير من هذه الإستعمالات مشكلة خطيرة، هي تلوّث الماء

إنّ الكثير من البحيرات الموجودة اليوم، وخصوصاً في النصف الشماليّ من الكرة الأرضيّة، قد تكوّنت عن طريق الأنهار الجليديّة التي غطّت مساحات واسعة من الأرض في أوجّ أحدث عصر جليديّ منذ حوالى ١٨,٠٠٠ سنة.





الناتج بشكل رئيسيّ عن إعادة الماء المستعمل القذر إلى البحيرة التي أُخذ منها، وأيضاً عن طرح مجموعة واسعة من المواد الكيميائيّة المؤذية وغيرها من الفضلات في البحيرات.

ويُعتبر التلوّث الحراريّ – تسخين مياه البحيرات – أحد أكبر المخاطر التي ستتعرّض لها البحيرات في المستقبل. وتشكّل محطات توليد الطاقة مصدراً رئيسيّاً للماء المسخّن، وتستعمل هذه المحطات الماء لتبريد أجهزتها، فيسخن الماء بنتيجة العمليّة. وتزداد متطلّبات المجتمعات العصريّة من الطاقة بنسبة ٧٪ تقريباً في السنة؛ ويخشى المهتمّون أن تسخن مياه أكبر البحيرات في العالم.

ويمكن أن يؤدّي التلوّث الكيميائيّ والحراريّ، إذا حدث بحجم كبير، إلى قتل البحيرة عن طريق القضاء على جميع النباتات والحيوانات التي تعيش فيها. ويتناول العلماء الذين يدرسون البحيرات، الخاصيّات الفيزيائيّة والكيميائيّة والبيولوجيّة للبحيرات. ومن المهمّات الملحّة التي يقوم بها هؤلاء العلماء، تخمين الأضرار التي تسبّبها الكميّات الهائلة من الملوّثات التي تُفرّغ يوميّاً في البحيرات.

الحياة حول البحيرات

إنّ البحيرات مهمّة في المحافظة على الحيوانات البريّة، وتُستخدم كمحطّات هجرة، وخلفيات للتناسل بالنسبة إلى الكثير من الطيور، وكملاجيء لعدد كبير من الحيوانات الأخرى. إنّها تؤمّن موطناً لمجموعة متنوّعة من الكائنات الحيّة، ابتداء من النباتات والحيوانات الميكروسكوبية وانتهاء بالأسماك الكبيرة المسمّاة بالحفش[1]، والتي قد تصل زنتها إلى مئات الكيلوغرامات.

قد تتضمّن النباتات النامية على شاطىء البحيرة الطحالب، السراخس، القصب، السمّار[2]، التيفا[3]؛ وتعيش الحيوانات الصغيرة كالحلزونات، الديدان، الضفادع، واليعاسيب، بين النباتات حيث تضع بيوضها تحت خطّ الماء. بعيداً عن الساحل، تزدهر نباتات عائمة كزنابق الماء والحدقيات المائيّة، التي تملك أكياساً ممتلئة بالهواء تمكّنها من البقاء طافية. إنّ هذه النباتات تأوي أسماكاً صغيرة تندفع بسرعة كبيرة دخولاً وخروجاً تحت أوراقها. ومباشرة تحت سطح الماء، تمرّ وتنزلق بسرعة بقّات الماء، الخنافس والعناكب.

وتعيش عدّة أنواع من الطيور المائية على البحيرات أو تتجمع هناك لتتناسل وتربّي صغارها كالبطّات، التمّ[4]، الإوزّات، السوامك[5]، والرفاريف[6]. وتشكّل البحيرات أيضاً موطناً لعدّة أنواع من الأسماك، ومن بينها الأسماك الفضّية الصغيرة جداً وسمك الشمس[7]، الفراخ[8]، القوارس[9]، التروتات النهريّة[10]، سمك الكراكي[11]، الإنكليس، السلّور، الشلمون، والحفش.

وتُعتبر البحيرات موارد قيّمة بالنسبة للإنسان، فهي كانت طرقاً للسفر والتجارة خلال العصور؛ فالبحيرات الكبرى في أميركا الشماليّة، مثلاً، هي طرقات داخليّة رئيسيّة للسفن التي تحمل الحبوب والموادّ الخام كالحديد الخام والفحم.

كما يستعمل المزارعون مياه البحيرات لريّ أراضي المحاصيل، كون البحيرات تساعد على إبقاء المناخ أكثر اعتدالاً.

وتزوّد البحيرات الكثير من المجتمعات بالمياه. وتُستعمل الإصطناعيّة منها من أجل تخزين المياه لأوقات الجفاف. كما أنّ البحيرات التي تتكوّن عن طريق مياه السدود تؤمّن أيضاً طاقة من المياه المتدفّقة؛ وتُقنى المياه منها لتشغيل المولّدات التي تنتج الكهرباء. وهذه الطاقة التي تدعى قوّة كهربمائيّة، تؤمّن تياراً كهربائياً كافياً لإنارة مدن بأكملها.

ونظراً لجمالها المذهل غالباً، تشكّل البحيرات مواقع رائجة للإستجمام ولتمضية العطل.

كما تمثّل موطناً دائماً لبعض الناس. لقد عاش الهنود مثلاً، على بحيرة تيتيكاكا في جبال الأند بين البيرو وبوليفيا لعدّة قرون.

مستقبل البحيرات

تسبّب مياه مجارير البلدات والمدن نموّاً متفجّراً للطحالب الزرقاء المائلة إلى الخضرة، التي تستطيع أن تخنق بحيرة وتستنفد الأكسجين الذي تعتمد عليه الأسماك والأحياء الأخرى لبقائها. كذلك، فإنّ السماد الكيماويّ الذي ينجرف إلى البحيرات من الأراضي الصالحة للزراعة يلوّثها.

ويُعتبر المطر الحمضيّ الخطر الأكبر الذي يواجه البحيرات اليوم؛ وهو ينتج من غازات المصانع السامّة، من محطات توليد القوّة الكهربائيّة، ومن البخار المستنفَد من أسطوانات محرّكات السيّارات. ترتفع الغازات في الهواء، وقد تحملها الريّاح لمئات الكيلومترات؛ وعندما تمتزج الغازات مع الرطوبة في الغيوم، تشكّل حمضيات قويّة تسقط في المطر أو الثلج على البحيرات وتقتل الأسماك، النباتات والأحياء الأخرى. في نهاية المطاف، تترك الأمطار الحمضيّة البحيرات مجدبة ومن دون حياة.

اليوم، يعتبر الكثير من البحيرات في الولايات المتحدة، كندا، وأجزاء من أوروبا ميتاً أو على طريق الموت بسبب هطول المطر الحمضيّ. يعمل الناس في الكثير من الدول على إيجاد طرقٍ لكبح التلوّث الذي يسبّب مطراً أو ندى حمضيّاً.

في الواقع، إنّ البحيرات من أجمل وأهمّ موارد الأرض. يتفق الخبراء على أنّ البحيرات يجب أن تبقى نظيفة وخالية من التلوّث لتستمرّ في تزويدنا بالمنافع الكثيرة التي نتلقّاها منها اليوم.

(١) الحفش: سمك ضخم من نوع البالوجا يستخرج منه الكافيار.
(٢) السمّار: نبات تستعمل أوراقه الأسطوانيّة الطويلة في صنع مقاعد الكراسي.
(٣) التيفا أو عشبة البرك: نبات مائيّ.
(٤) التمّ: الإوزّ العراقيّ.
(٥) السامك: من الطيور الغطّاسة، يسبح تحت الماء لاصطياد الأسماك.
(٦) الرفراف: طائر يعيش قرب الأنهار ويقتات بالأسماك.
(٧) سمكة الشمس: سمكة نهريّة صغيرة.
(٨) الفرخ: ضرب من السمك النهريّ.
(٩) القاروس: نوع من الأسماك الفاخرة، لذيذة الطعم، تعرف في مصر باسم القاروس وفي أوروبا باسم Loup في الفرنسية وBass في الإنجليزيّة.
(١٠) التروتة: السمكة المرقّطة.
(١١) سمك الكراكي: سمك نهريّ ذو رأس طويل مستدقّ الطرف.

(إلى اليمين): إنّ البحيرات لا تبقى على حالها متى تشكّلت، ولكنّها تتغيّر باستمرار. تماماً كالإنسان، تمرّ البحيرات بمراحل حياتيّة مختلفة: الشباب، النضوج، الشيخوخة، والموت. وتختفي ببطء، بما فيها أكبرها، نتيجة لامتلاء أحواضها بالرسابات والموادّ النباتية. غالباً ما ينمو عدد متزايد من النباتات في بحيرة ما، معبّئاً حوضها ببطء، وتجرف الأمطار التربة والحجارة إلى الحوض؛ كما وتتراكم بقايا السمك وحيوانات أخرى في قعر البحيرة. مع الوقت، تصبح البحيرة مستنقعاً أو سبخاً، وتتحوّل أخيراً إلى يابسة جافّة.



بحيرة بايكال (إلى اليسار): بحيرة تسمّى بالرّوسيّة أوزيرو بايكال، تقع في الجزء الجنوبيّ من سيبيريا الشّرقيّة، وهي إدارياً تابعة لجمهوريّة بورياتيا وإقليم إركتوسك الروسيّين. إنّها أقصى كتلة مائيّة على وجه الأرض، إذ يصل أقصى عمق لها إلى ١٧٤١ م. مساحتها ٣١,٥٠٠ كم²، وطولها ٦٣٦ كم؛ ومعدّل عرضها ٤٨ كم؛ وتحتوي على خُمس المياه العذبة الموجودة على سطح الأرض، أي حوالى ٢٣,٠٠٠ كم³. ويصبّ في بحيرة بايكال ٣٣٦ نهراً ومجرًى مائيّاً، أكبرها السيلينجا والبارجوزين والأنجارا الأعلى والتوركا والسينجنابا.

تقع بحيرة بايكال في فجوة تكوينيّة عميقة، وتُربط بها جبال يرتفع بعضها إلى ٢٠٠٠م فوق سطح البحيرة. ويُعتقد أنّ الطبقات الرسوبيّة الّتي تشكّل قاع البحيرة تصل إلى سماكة ٦١٠٠ م. وتقع عند الساحل بقايا براكين خامدة. وما تزال تحرّكات الأرض مستمرّة عند البحيرة؛ فالزّلازل العنيفة كثيرة الحدوث، وقد أغرق زلزال في العام ١٨٦٢ حوالى ٢٠٠ كم² في دلتا نهر سيلينجا الواقع إلى الشّمال من البحيرة، فخلق خليجاً جديداً في بحيرة بايكال يُعرف بخليج بروڤال. وما تزال صدوع في قشرة الأرض ينابيع مياه معدنيّة حارّة.

وليست فجوة البحيرة متناسقة. فالضّفاف الغربيّة تقع تحت سفوح جبليّة شديدة الانحدار، بينما الضّفاف الشرقيّة واقعة تحت سفوح جبليّة ألطف انحداراً. ويتألّف حوالى ٨٪ من قاع البحيرة من بقع ضحلة لا يجاوز عمقها الـ ٥٠ م. ويبلغ طول الخطّ الساحليّ المتعرّج ٢١٠٠ كم، ويحتوي على فجوات كبيرة هي خلجان بارجوزين وشيڤيركويسكي وبروڤال وأيايا وفروليخا. وتقع شبه جزيرة سوڤاتوي نوس أمام الشاطىء الشرقي للبحيرة. وتحتوي بايكال على ٢٧ جزيرة، أكبرها أولخون (٧٢٥ كم²) وبولشوي أوشكاني (٨ كم²). وتتزوّد البحيرة بالمياه من الأنهار إجمالاً، لا سيما السّيلينجا، وتفرغ مياهها إجمالاً في الأنجارا، وهو رافد لنهر الينيسي.

مناخ بايكال ألطف من ذلك السائد في الأراضي المحيطة بالبحيرة. ويبلغ معدّل درجات الحرارة في كانون الثاني وشباط -١٩° مئويّة وفي آب ١١° مئويّة. وتتجمّد البحيرة في كانون الثاني ويذوب الجليد في أيّار. وتبلغ درجة حرارة سطح المياه في آب حوالى ١٣° ، وتصل إلى ٢٠° في المواقع الضّحلة. ويبلغ الارتفاع الأقصى للأمواج ٤٠ م. والبحيرة غنيّة ببعض المعادن بينما ملوحتها قليلة.

الحياة النباتيّة والحيوانيّة في البحيرة متنوّعة وغنيّة. هناك أكثر من ١٢٠٠ نوع حيوانيّ يعيش في أعماق مختلفة، وحوالى ٦٠٠ نوع نباتيّ يعيش على السطح أو على أعماق قريبة منه. وثلاثة أرباع الأنواع الحيوانيّة والنباتيّة خاصّة ببايكال. هناك حوالى ٥٠ نوعاً من الأسماك ينتمي إلى سبع فصائل تصنيفيّة، ومن بين هذه الأنواع ٢٥ نوعاً تنتمي إلى فصيلة واحدة هي فصيلة الكوتيدا Cottidae التي تمتاز أنواعها برؤوسها الضخمة. وأكثر أسماك البحيرة صيداً سلمون الأومول، يليه التيمالوس والسمك الأبيض البحيري والحفش. وفي البحيرة ثديي واحد هو فقمة بايكال. ومن الأسماك المميّزة في البحيرة الجولوميانكا من فصيلة الكوميفوريدا، وهي أسماك تضع مواليد حيّة. ويعيش في المنطقة المحيطة ببايكال ٣٢٠ نوعاً من الطيور.

ومن الصناعات الشائعة على ضفاف بايكال، التعدين (لمادتيّ الميكا والرّخام) وصناعات السّيلّولوز والورق وبناء السفن والمصايد والأخشاب. وفي المنطقة، ينابيع معدنيّة عدّة يقصدها المرضى، وأهمّها في جورياشينسك وخاكوزي.

وقد ثارت نقمة المدافعين عن البيئة في العام ١٩٦٦ بسبب معمل لبّ الأشجار والورق القائم على الضفة الجنوبيّة لبايكال، لأن مخلّفاته كانت تلوّث مياه البحيرة. وفي العام ١٩٧١، أصدرت الحكومة السوڤياتيّة (يومذاك) مرسوماً قضى بحماية البحيرة من الموادّ الملوّثة.

ويقع مركز دراسات المياه العذبة التّابع لدائرة سيبيريا في أكاديميّة العلوم في بلدة ليستڤيانكا بالقرب من البحيرة، وكذلك مصحّ بايكال للمرضى. ويقع في بولشيي كوتي القريبة، محطّة بيومائيّة (مركز لدراسات بيولوجيا، أو علم الحياة، الخاصّ بالكتل المائيّة) تابعة لجامعة إقليم إركتوسك.

في الأسفل: تقع في أقصى جنوب جزيرة لوزون (أكبر جزر الفيليبين) بحيرة فريدة من نوعها، إذ يتوسّطها أحد أكبر براكين الجزيرة والذي عرفت له ثورات في غاية الخطورة.



الأرض الرطبة

الأرض الرطبة، منطقة من الأرض تبقى مغمورة بالماء، أو مشبّعة بالمياه السطحية أو الجوفية، لفترات من الزمن تطول بشكل يكفي لدعم أنواع من النباتات، تعيش في أجواء رطبة. ويختلف غمر المياه في العمق والمدّة. تُعتبر الأراضي الرطبة مناطق انتقالية: فهي ليست منطقة يابسة بالكامل، ولا مائية بالكامل، بل تتميّز بخصائص المنطقتين معاً.

توجد الأراضي الرطبة في أنواع عدّة من المناخات، وعلى كلّ قارّة من القارّات باستثناء القطب الجنوبيّ. وهي تتنوّع في كبرها، بدءاً من الفجوة الدردورية[١] المعزولة، وانتهاء بمستنقعات الملح الهائلة، كما تتواجد على طول السواحل وعلى البرّ. إنّ بعضاً من تلك الأراضي الرطبة هي أراضٍ حرجية غمرتها مياه الفيضانات. والبعض الآخر بشبه أكثر المراعي المائية. وهناك أيضاً النوع الذي تغطّيه الطحالب والنباتات المماثلة.

أطلق الناس على الأرض الرطبة أسماء عدّة، مثل، الأجمة، أرض الخثّ، الموحل، المستنقع، السبخة، الملق، المنقع، الفجوة الدردورية، والحمأة. ويعتبر معظم العلماء الأجمات والمستنقعات والأملاف، أهمّ ثلاثة أنواع من الأراضي الرطبة.

المستنقعات

يمكن تقسيم المستنقعات في المناطق الساحلية إلى ثلاثة أنواع أساسية وهي: المانجروف، السبخات، والمستنقعات العذبة المديّة. أمّا المجموعات الساحلية الهامّة الأخرى، والتي لا تعتبر اصطلاحاً مستنقعات، رغم وجودها على الحدود بين الأرض والماء فهي: المجموعات القائمة على الطحالب، طبقات الأعشاب البحرية، والمسطّحات الطينية الساحلية.

ويتم تحديد الميزات الأساسية للمجموعات البيئية الشاطئية بكمية الطاقة المتوفّرة في الماء لنقل الرواسب. وتأتي هذه الطاقة من التيارات التي تسبّبها الرياح، وتيارات المدّ والجزر، ومن تأثيرات الأمواج. ففي مناطق الطاقة المرتفعة تجرف المياه الترسّبات الدقيقة وتترك وراءها طبقة صخرية، ومدّاً من الأحجار أو الحصى التي تشكّل موطناً ممتازاً للطحالب. وكلّما خفّت طاقة التيار المائيّ تدريجياً، كلّما استقرّت في القاع ترسّبات من الحصى الصغيرة والرمل إلى الطمي والطين. ونوفّر الترسّبات الطريّة موطناً ملائماً لأحراج المستنقعات المالحة أو المانجروف بين حدود المدّ والجزر، وللأعشاب البحريّة تحت مستوى الجزر.

وعلى شاطىء يتألّف من رؤوس وخلجان متعاقبة، فإنّ الإحتمال الأكبر هو تعرّض الرؤوس لفعل الأمواج القويّة ووجود مجموعات من الطحالب البحرية فيها، بينما يغلب وجود الترسّبات الطرية مع مجموعات من النباتات ذات الجذور، في الخلجان المحمية. ويجري بحث خصائص المجموعات الشاطئية بحسب نوع إنتاج النبات الذي يعود إليها.

مستنقعات المانجروف

توجد على طول الشواطىء الإستوائية وشبه الإستوائية في العالم، وعادة بين خطّي عرض ٢٥° شمالاً و٢٥° جنوباً. ومستنقع المانجروف هو مجموعة من الأشجار الملحية والشجيرات والنباتات الأخرى التي تنمو في مياه المدّ المالحة إلى قليلة الملوحة على الشواطىء الإستوائية وشبه الإستوائية. وتُعرّف هذه المستنقعات الحرجية والشاطئية (والتي يدعوها بعض الباحثين «المانجال»)، بسمعتها السيئة بسبب المتاهات التي تشكّلها نباتاتها الحرجية والتي يتعذّر دخولها، وأيضاً بسبب مجموعاتها الحشرية غير المتماسكة ومظاهر التكيف التي تواجه بها مشكلتي الفيضانات والملوحة. ويوجد ما يقارب ٦٨ نوعاً من أشجار المانجروف في العالم. ويُعتقد أنّ توزيعها غير المتساوي يرتبط بانجراف القارّات، وربما أيضاً بنقلها من قبل الإنسان البدائي. وتكثر مستنقعات المانجروف بشكل خاصّ في منطقة الهند – غرب المحيط الهادىء حيث يوجد أكبر عدد من أنواعها – من ٣٠ إلى ٤٠ نوعاً، بالمقارنة مع حوالى ١٠ أنواع في أميركا الشمالية والجنوبية.

وفي المناطق الإستوائية وشبه الإستوائية، تحتلّ أشجار المانجروف عادة مناطق الترسّبات الطريّة التي تقع بين حدّي المدّ والجزر. ويمتدّ تحتها مزيج مشبّع بالماء من الطين وأوراق المانجروف المنحلّة، يحتوي على كمية قليلة جدّاً من الأكسجين. من جهة أخرى، يقوم جهاز من الجذور الممتدّة فوق الأرض بتأمين الهواء للأشجار. وتشكّل هذه الشبكة من الجذور الهوائية كتلة متراصّة تحتبس الترسّبات، لكنّها تجعل من الصعب جدّاً على الحيوانات الكبيرة (أو الإنسان) دخول غابة المانجروف. وتنمو الطحالب البحرية الصغيرة والطحالب المجهرية على

(١) الفجوة الدردورية: هي فجوة على شكل وعاء.

أحد مستنقعات ولاية لويزيانا



جذوع وجذور المانجروف، كما تنمو الطحالب المجهريّة على سطح الطين. وتقوم هذه الموادّ، مضافة إليها أوراق المانجروف المنحلّة، بتأمين الحياة لمجموعة حيوانيّة غنيّة ومتنوّعة. فغالباً ما توجد أنواع من السلطعون والقريدس بكثرة، وتكثر أيضاً أنواع عدّة من البطلينوس والحلزون. كذلك يوجد نوع من الأسماك طوّر قدرته على الخروج من الماء والتنقّل في الطين لملاحقة طريدته في المانجروف، وأيضاً كركند الوحل الذي يعيش في جحور. وبما أنّ العوالق الموجودة في المياه الساحليّة المجاورة غالباً ما تكون غير منتجة نسبيّاً، فإنّ إنتاجيّة أحراج المانجروف تشكّل عنصراً هامّاً في إنتاجيّة منطقة الشاطىء ككلّ.

السبخات

على طول الشواطىء الواقعة ضمن حدّي المدّ والجزر على خطوط العرض المتوسّطة والعليا عبر العالم، تحلّ السبخات مكان مستنقعات المانجروف الموجودة على شواطىء المناطق الإستوائيّة وشبه الإستوائيّة. وتكثر هذه المستنقعات في كلّ مكان يكون فيه تراكم الترسّبات مساوياً لمعدّل انخساف الأرض أو أكبر منه، وحيثما توجد حماية كافية من الأمواج المدمّرة والعواصف. وتشهد السبخات تعقيداً في تركيبة وتوزّع النباتات والحيوانات والجراثيم بداخلها. ونسيطر على هذه السبخات النباتات ذات الجذور التي تغمرها المياه مع تعاقب المدّ والجزر، وبشكل خاص الأعشاب التي تتحمّل نسبة عالية من الملوحة.

وتنسجم الحياة النباتيّة والحيوانيّة في هذه المستنقعات مع الضغوطات الناتجة عن التقلّب في نسبة الملوحة وتعاقب الجفاف وفيضان المياه، وأيضاً عن التقلّبات الحادّة اليوميّة والفصليّة في درجة الحرارة. إنّ السبخات هي من أكثر المجموعات البيئيّة إنتاجيّة في العالم. إنّ شبكة معقّدة من الجداول الناجمة عن المدّ، والتي تبيّن مستويات المياه المتقلّبة وتحمل العوالق والأسماك والموادّ المغذّية جيئةً وذهاباً عبر المستنقع، تشكّل قنواتٍ لتبادل الطاقة والموادّ مع المنفذ إلى البحر المجاور. وتشكّل السبخات حدوداً مشتركة هامّة بين البيئتين البرّيّة والبحريّة.

إنّ أكثر المواقع انتشاراً للسبخات، بعد المصبّات والأهوار[1]، هي الجانب المحميّ من لسان أرضيّ تكثر فيه الحصى أو الرمال. وتترك التيارات الساحليّة الموادّ الأكثر خشونة على الشواطىء، وتحمل الموادّ الخفيفة حتّى تصل إلى حيث المياه أكثر هدوءاً خلف الحاجز. وعندما تنمو النباتات في تلك المنطقة، فإنّها تبطىء من تدفّق المياه، فتسبّب بذلك في تراكم المزيد من الطمي. ويوجد على سواحل أميركا الشماليّة المطلّة على الأطلسيّ أكثر من ٦٠٠,٠٠٠ هكتار من السبخات.

وعلى الجهة الأوروبيّة من شمال الأطلسيّ، تضمّ الحياة النباتيّة مكوّنات هامّة أخرى كقرنفل البحر وخزامى البحر ولسان الحمل البحريّ. وقد استُغلّت مناطق واسعة من المستنقعات المالحة في أوروبا عبر الزمن، لرعي الماشية والخراف، الأمر الذي أدّى إلى سيطرة أعشاب Festuca[2] في هذه المناطق.

وكان المستوطنون الأوائل في شمال أميركا في كثير من الأحيان يقيمون السدود حول المستنقعات لدرء مياه البحر. وكانت الأراضي المستصلَحة تُستعمَل للزراعة بطريقة شبيهة جدّاً بتلك التي اعتُمدت في هولندا وبلجيكا.

تأكل الحيوانات قسماً ضئيلاً جدّاً من نباتات السبخات، أمّا القسم الباقي فيموت ويتحلّل ويصبح معلّقاً في الماء على شكل جزيئات صغيرة (الفتات). وكان الإعتقاد السائد في وقت من الأوقات أنّ انتقال هذه الجزيئات (الفتات) مع انحسار المدّ يؤمّن كميّات كبيرة من الغذاء للحيوانات في المصبّات أو المياه الساحليّة المجاورة. إلّا أنّ الدراسات الميدانيّة المفصّلة فشلت في دعم هذه النظريّة. ويُعتقد الآن أنّ معظم نتاج السبخات يتحلّل بواسطة الجراثيم وأنواع الفطور، وأنّ الموادّ المغذّية للنبات يُستفاد منها مجدّداً داخل المستنقع. إنّ المستنقعات المالحة هي مواطن هامّة للمحار والقريدس والسلاطعين والسمك المسطّح وسمك البوري، كما ويعتمد عليها عدد كبير من الطيور التي تتوقّف عندها خلال رحلتها للهجرة.

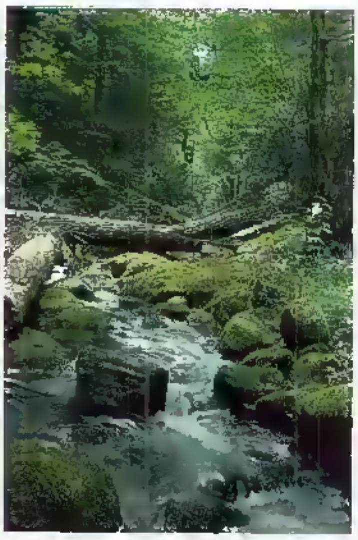
مستنقعات الماء العذب المديّة

تتضمّن هذه الفئة مستنقعات الماء العذب القريبة ما يكفي من الشواطىء، لكي تتعرّض

(١) الهور: بحيرة تجري إليها المياه فتفيض وتتسع.

(٢) Festuca: نبتة تنمو في الأراضي الرطبة ويبلغ طولها بين ٢٥ سم و١٢٠ سم، تُستعمل كعلف للأبقار.







الأراضي الرطبة









لموجات مدّ هائمة، والبعيدة ما يكفي باتّجاه أعلى مجرى النهر في منطقة المصبّ، لكي تبقى بمنأى عن مياه المحيط المالحة. وتسيطر مثل هذه الظروف عادة في الأمكنة التي تصل فيها مياه الأنهار العذبة إلى الشاطىء، وحيث يعمل شكل الشاطىء على تضخيم موجات المدّ، كلّما توغّلت في اليابسة. ولمستنقعات الماء العذب المديّة، أهمّيتها الخاصّة إذ أنّها تتلقى من المدّ «الموارد» ذاتها التي تتلقاها المستنقعات المالحة الساحليّة بعيداً عن وطأة الملوحة. وتشبه مستنقعات الماء العذب في نواح كثيرة المستنقعات المالحة، لكنّ حيواناتها ونباتاتها تعكس الزيادة في التنوّع التي أصبحت ممكنة بفضل انخفاض نسبة الملوحة الموجودة في المستنقعات المالحة. وتتنوّع النباتات في المستنقعات العذبة تنوّعاً كبيراً، كما أنّ أنواع الطيور التي تستفيد منها، أكبر من تلك التي تستفيد من أيّ نوع آخر من المستنقعات. وفي معظم أنحاء العالم، تتطابق أماكن وجود مستنقعات الماء العذب المديّة مع مواقع يحدّدها البشر، باعتبارها الأكثر ملاءمة للسكن وتطوّر المدن (أي المواقع التي تؤمّن مصادر مياه عذبة ومنافذ على البحر للملاحة). لهذا فإنّ مستنقعات الماء العذب المديّة هي من أكثر أنواع المستنقعات التي تعرّضت للتشويه أو للتدمير بسبب التطوّر المدنيّ عبر العالم. وتوجد أمثلة على وقع التطوّر السكانيّ على المستنقعات في جون شيسابيك وفي جنوب نهر ديلاوير في شرق الولايات المتحدة.

الشلال

يتكوّن الشلال بسقوط النهر من مكان مرتفع من فوق حرف صخريّ. تتسبّب المياه التي تنزل من مكان مرتفع بعمليّة تعرية عند الأسفل. وتقوم الحجارة والحصى التي تحملها المياه بحكّ الصخور ممّا يؤدّي إلى حتّها.

يتشكّل الشلال أحياناً عندما يجري النهر فوق صخر صلب ثم فوق صخر أكثر ليونة. يحتّ النهر الصخر الليّن ويزيله بسهولة فيتشكّل حرف يسقط النهر من فوقه.

يمكن شلالاً أن يجري عبر صدع أو شقّ في سطح الأرض. ويمكن عدداً من الشلالات أن ينشأ على طول خطّ للسقوط - وهو الخطّ الذي يسقط على طوله نهران متوازيان من فوق حرف عند جريانهما من أرض مرتفعة إلى أرض منخفضة. يمكن شلالاً أن يهبط من فوق حافة هضبة. ويمكن الشلالات أن تندفع أيضاً من الأودية المعلّقة في المناطق حيث غيّرت أنهار الجليد شكل الأرض. ونجد الأودية المعلّقة في أعلى جدران الأودية الجليديّة(١) التي على شكل U.

بعض الشلالات تثير بمظهرها التعجب والإعجاب. عند شلالات ڤيكتوريا، في زيمبابوبه وزامبيا في أفريقيا، يندفع نهر الزمبيزي من علو ١٠٧م من فوق حرف صخر بركانيّ.

أحد أوسع شلالات العالم مياه نهر إيجواسو الهادرة، عند الحدود بين البرازيل والأرجنتين. وتمتدّ هذه الشلالات الهائلة على أكثر من ٣ كم من ضفّة إلى ضفّة.

تسقط شلالات الملاك Angel Falls، وهي أعلى شلالات في العالم، عن علو ٩٧٩م في شِعب(٢) منعزل في غابة مطر ڤينزويلية.

لنهر نياجارا شلالان، أحدهما في ولاية نيويورك والآخر في أونتاريو، كندا. لا يتجاوز ارتفاع كلّ واحد منهما ٦٠م ولكن عرضهما معاً يفوق الكيلومتر.

يستعمل النياجارا وغيره من الشلالات التي تؤمّن كميّات ضخمة من المياه، لتوليد الطاقة الكهربائيّة. يجري مقدار هائل من المياه في شلالات نياجارا، يصل إلى ٥٥٢٥م^{3} في الثانية.

تشكّل الشلالات حواجز أمام الملاحة، لذلك يتمّ أحياناً إنشاء قنوات للإلتفاف حولها. شلالات نياجارا، مثلاً، تعترض سبيل المرور بين بحيرة ايري وبحيرة أونتاريو على نهر نياجارا. في القرن التاسع عشر، تمّ إنشاء قناة ويلاند لجعل المرور بين البحيرتين ممكناً.

قوس قزح

قوس قزح هي قوس دائريّة من الألوان تظهر في السماء عندما تضيء أشعة الشمس قطرات المطر. وليست قوس قزح جسماً ماديّاً، بل هي شكل ضوئيّ تساهم فيه أعداد هائلة من قطرات المطر. وقد تمتدّ قوس قزح عبر السماء كلّها، وتبدو نهايتها وكأنّها ترتكز على الأرض. ولا تشكّل جميع أقواس قزح أقواساً كاملة، لأنّ قوس قزح لا يمكن أن تظهر في جزء من السماء خالٍ من المطر.

عندما تنظر إلى قوس قزح تكون في مركزها، والشخص الواقف قربك يكون في مركز قوس قزح أخرى، أيْ بكلام آخر قوس قزح تساهم في تشكيلها مجموعة أخرى من قطرات المطر. وبالتالي، فإنّ كلّ شخص يرى قوس قزح مختلفةً عن الآخر.

كيف نجد قوس قزح؟

تجذب قوس قزح التي تكون بشكل قوس كاملة، انتباهنا على الفور، ولكن، في بعض الأحيان، لا يمكن رؤية سوى قطع منها. فمعرفة أين ومتى نبحث عن قوس قزح تساعدنا على إيجادها.

تظهر أقواس قزح في أغلبية الأحيان في نهاية النهار، ولا سيّما حيث تتشكّل العواصف الرعديّة المحليّة خلال النهار في أيّام الصيف الحارّة، وترسل أمطاراً في أواخر فترة بعد الظهر، قبل أن تتبدّد في المساء. ولإيجاد قوس قزح، يجب أن تولّي ظهرك للشمس، ثمّ تحدّد النقطة المقابلة للشمس بالنسبة لك، وهي تكون في اتّجاه ظلّ رأسك. وتقوم بعد ذلك بتفحّص السماء متّبعاً شكل قوس على ٤٢° تقريباً فوق النقطة المقابلة للشمس. وتُعرف قوس قزح في هذا الموضع بقوس قزح الأوّليّة، وتكون حمراء على الطرف الخارجيّ وبنفسجيّة على الطرف الداخليّ، مع تدرّج ألوان عدّة بين الطرفين.

وإذا نظرت فوق هذه القوس بحوالي ٩ درجات، قد ترى قوس قزح ثانويّة أقلّ زهواً من الأولى وذات ترتيب معكوس للألوان. وترى بين قوسَي قوس قزح منطقة داكنة نسبيّاً تُعرف بشريط ألكسندر الداكن.

كيف تظهر أقواس قزح؟

لنفهم بعض سمات أقواس قزح العامّة، من المفيد اعتبار أنّ ضوء الشمس يمكن أن ينقسم إلى الكثير من الأشعّة المتوازية. وتكون هذه الأشعّة منتظمة التباعد، عندما تصل إلى سطح قطرة المطر. ومن المفيد أيضاً الإطّلاع على طبيعة الضوء الموجيّة، وعلى الطريقة التي يحرف بها الموشور(٣) الضوء.

طبيعة الضوء الموجيّة: الضوء شكل من أشكال الطاقة يسلك في بعض الأوجه سلوك الموجات. وللموجات الضوئيّة مجموعة كبيرة من الأطوال الموجيّة المختلفة. والطول الموجيّ هو المسافة بين أيّ نقطة على موجة ما والنقطة المقابلة لها على الموجة التالية. ويظهر الضوء المرئيّ المختلف الأطوال الموجيّة، على شكل ألوان مختلفة. ويظهر الضوء ذو أكبر الأطوال الموجيّة أحمرَ اللون، ويظهر الضوء ذو أقصر الأطوال الموجيّة بنفسجيّ اللون.

يتضمّن ضوء الشمس مزيجاً من الأطوال الموجيّة. نرى هذا المزيج من الأطوال الموجيّة كضوء أبيض. ويحدّد الناس الألوان في ضوء الشمس، من الطول الموجيّ الأطول إلى الأقصر، كأحمر وبرتقاليّ وأصفر وأخضر وأزرق وبنفسجيّ. وتتدرّج جميع هذه الألوان إلى الألوان المجاورة لها، لكنّ كلّ درجة تشكّل بحدّ نفسها لوناً. وتخلق الطبيعة ألواناً أكثر بكثير من الألوان التي أعطاها الإنسان أسماء.

كيف يحرف الموشور ضوء الشمس؟

ينكسر (ينحرف) الضوء عندما يمرّ عبر الموشور. والضوء بطول موجيّ معيّن لا ينحرف إلّا وفق زاوية واحدة محدّدة. وبالتالي عندما يمرّ ضوء الشمس - بمزيج الأطوال الموجيّة التي يتضمّنه - عبر الموشور، ينقسم إلى شريط من الألوان شبيه بقوس قزح. وينحرف الضوء ذو أكبر الأطوال الموجيّة بأقلّ قدر ممكن، ويبدو أحمر اللون. أمّا الضوء ذو أقصر الأطوال الموجيّة فينحرف بأكبر قدر ممكن، ويبدو بنفسجيّ اللون.

كيف تشكّل قطيرات الماء قوس قزح؟

عندما تدخل أشعّة الضوء الأبيض المنتظمة التباعد في قطرة مطر، تعمل قطرة الماء عمل الموشور. وهكذا، فإنّ كلّ شعاع من الضوء الأبيض ينقسم إلى عدّة أشعّة تتوافق مع جميع الألوان الموجودة في ضوء الشمس. وينحرف كلّ شعاع من الضوء الملوّن وفق زاوية مختلفة.

ينعكس بعض أشعّة الضوء الملوّن على السطح الداخليّ لقطرة المطر، ثمّ يخرج من القطرة. وعند خروجه، ينحرف مرّة أخرى. وتتركّز الأشعّة الموجودة في الضوء تركيزاً مرتفعاً عند زاوية تجاور ٤٢° بالنسبة لمسار دخول أشعّة الضوء الأبيض الأوّليّة.

وتخرج هذه التركيزات من الأشعّة من الكثير من قطرات المطر. وتصل هذه الأشعّة إلى المراقب الذي ينظر إلى السماء بنحو ٤٢° فوق النقطة المقابلة للشمس. وبنتيجة ذلك، يرى المراقب قوس قزح أوّليّة تنتظم فيها الألوان بالترتيب التالي، من الحدّ الخارجيّ إلى الحدّ الداخليّ: أحمر، برتقاليّ، أصفر، أخضر، أزرق، بنفسجيّ.

وتنعكس أشعّة أخرى من الضوء الملوّن مرّتين على السطح الداخليّ لقطرات المطر، ثمّ تخرج من القطرات مركّزة عند زوايا تجاور ٥١°. ويرى المراقب بالتالي قوس قزح ثانويّة عند ٥١° تقريباً فوق النقطة المقابلة للشمس.

أنواع أخرى من الأقواس:

يستعمل الناس أحياناً عبارة قوس قزح للإشارة إلى الأقواس الملوّنة التي تتشكّل في رذاذ البحر أو رذاذ الشلّالات أو خراطيم المياه أو برشّات المرجات. ويمكن مشاهدة هذه الأقواس حتّى عندما تكون الشمس عالية في السماء.

(١) الأودية الجليدية: تحتّ قعرها وجوانبها الأنهار الجليديّة فتجعلها أعمق وأوسع.
(٢) الشِعب هو المفرج بين جبلين.
(٣) الموشور: مجسّم من بلّور قاعدته مثلثة الأضلاع.

البرازيل: قوس قزح فوق شلّالات إيجواسو





الألب البرنيّة (سويسرا): **في الجهة اليسرى من الصورة، تبدو أعلى قمة في السلسلة، فينستيرار، التي تصل إلى ارتفاع ٤٢٢٤م، والتي ينطلق منها نهر أونترار الجليديّ، الذي ينزل متمعّجاً حتى بحيرة جريمزل. المظهر الطبيعيّ مظهر نموذجيّ لجبال الألب العالية التي تتميّز بالقساوة والجفاف إلى حدّ ما، فالقمم والسفوح الشديدة الإنحدار تتعرّض بشكل دائم للحتّ والتفتيت بفعل تجمّد الماء وذوبانه، وأيضاً للحفر والتآكل والتعرية بفعل عمل الأنهار الجليديّة الكثيرة.**

الجبال

الجبل تكوين يرتفع بشكل بارز فوق ما يحيط به. ويتميّز الجبل، عموماً، بمنحدرات شديدة التحدّر وقمّة ضيقة نسبياً وارتفاع شاهق. لكلمة جبل معنى طوبوغرافيّ وجيولوجيّ، وتشير، بشكل عام، إلى ارتفاعات تتجاوز ٦١٠ أمتار.

بالمقارنة مع التلّة، يتميز الجبل بكونه أكثر علوّاً وأكبر حجماً. ويختلف الجبل عن الهضبة في أن سطحه شديد الوعورة، فيما سطح الهضبة مستوٍ. ينتهي معظم الجبال بقمم مسنّنة، لكنّ الكثير منها يحمل قمماً مسطّحة. ويشكّل جبل إيڤيرست، الذي يقع عند الحدود بين الصين والهند، أعلى قمّة في العالم، إذ يرتفع ٨٨٤٨ متراً فوق مستوى سطح البحر.

يمكن قياس ارتفاع الجبال بواسطة باروميتر معدنيّ: مصمّم لتسجيل التغيّرات في الضغط الجوّي التي ترافق تغيّر الارتفاع، أو بواسطة الرادار، أو بالطريقة التقليديّة القائمة على المسح التثليثيّ[*] Triangulation Survey لنقاط ذات ارتفاعات معروفة. وتسمح الأقمار الصناعيّة الحديثة بتحديد ارتفاع أيّة قمّة نائية على سطح الأرض.

وترتبط الجبال التحبحريّة، وتكون عادة مخاريط بركانيّة، بسلاسل جبال وسط المحيط أو المواقع الساخنة في الأرض. ويشكّل بركان ماونا لوا الضخم الواقع في جزيرة هاواي، أحد أكبر الجبال في العالم. فهو يرتفع ١٠ كيلومترات فوق قاع البحر، منها ٤ كيلومترات فوق سطح الماء، ويصل قطر قاعدته إلى ٩٧ كيلومتراً.

لعبت الجبال دوراً هامّاً في تاريخ البشر، فقد شكّلت حدوداً سياسيّة جغرافيّة بين البلدان، وحواجز طبيعيّة أمام الهجرة والنقل. كما أنّها شكّلت ملاذاً للثقافات والاقتصاديات الجبليّة المتميّزة كالتي ازدهرت في دولتي التيبت والنيبال في جبال الهيمالايا. وتحتوي الجبال عادة على موارد معدنيّة وطاقة مائيّة كامنة، لكنّ استغلالها يكون في الكثير من الأحوال مرتفع الكلفة.

وكثيراً ما تترافق الجبال، مثل الجبال الممتدّة على طول المناطق الساحليّة لولايات واشنطن وأوريجون وكاليفورنيا الأميركيّة، مع أحوال جويّة خاصّة. فالكتل الهوائيّة الرطبة الآتية من المحيط الهادئ، تُجبَر على الصعود فوق هذه الجبال، فتنخفض حرارتها، وتلقي كميّة كبيرة من الأمطار على المنحدرات المواجهة للريح. وتُعرف هذه الآليّة بالتأثير الجباليّ. وتكون السفوح المشرفة في ظلّ المطر، حيث تسقط كميّة أقلّ بكثير من الهواطل.

وتنفخ رياح الفونة Fochn والشينوك Chinook الحارّة الجافّة نزولاً على السفوح، فتذيب الثلج في الكثير من الأحوال، وتسبّب الانهيارات الثلجيّة أو تجفّف الأرض التي تنفخ فوقها.

أنواع الجبال

يمكن تحديد معظم أنواع الجبال الموجودة على الأرض من ناحية بنيتها الجيولوجيّة. وبالرغم من أنّ لمعظم سلاسل الجبال معالم مشتركة، فإنّه يمكن جمعها في خمسة أنواع محدّدة.

الجبال المقبّبة: نجد هذه الجبال حيث تتعرّض منطقة من الصخور الرسوبيّة المستوية لالتواء أو تقوّس باتّجاه الأعلى، فتشكّل قبّة بنيويّة. وتتّصف طوبوغرافيا هذه الجبال بسطح مشطّر ومستوٍ نسبياً ينحدر تدريجيّاً إلى الأراضي المنخفضة المحيطة أو إلى الأحواض. ويصل قطر قاعدة الجبال المقبّبة في بعض الأحيان إلى مئات الكيلومترات. ويمكن أن تنشأ هذه الجبال أيضاً من انحتات قبّة بنيويّة. ومن الأمثلة النموذجيّة للجبال المقبّبة، نذكر بلاك هيلز (التلال السوداء) في ساوث داكوتا في الولايات المتحدة والويلد Weald في جنوب شرق إنجلترا.

جبال الطيّ: تتميّز هذه الجبال بطيّ واسع النطاق، ناجم عن الانضغاط الجانبيّ للصخور الطباقيّة الذي يزامنه أو يليه دفع إلى الأعلى. وتتكوّن جبال الطيّ البسيطة حيث تغضّنت الصخور الرسوبيّة نتيجة انزلاقها، فوق قاعدة من الصخور البركانيّة أو المتحوّلة. وتضاهي هذه العمليّة، إلى حدّ ما، دفع سجّادة ممدودة على الأرض باتّجاه الحائط لتشكيل تغضّنات كبيرة. وتظهر، في هذه الجبال، سلاسل متعاقبة من الوديان المستقيمة المتوازية والمرتفعات.

تُحفر الوديان في الصخور الطريّة، فيما تبقى الصخور الأكثر صلابة على شكل سلاسل جبال أو مرتفعات. ونذكر من جبال الطيّ المعروفة جبال الأبلاش في أميركا الشماليّة، وجبال الجورا السويسريّة الواقعة بين فرنسا وسويسرا.

جبال الكتل الصدعيّة: تتكوّن هذه الجبال نتيجة تصدّع سطح الأرض. عند حدوث صدعين متوازيين، ترتفع الكتلة الموجودة بينهما لتشكيل جبل اندفاعيّ، أو تسقط لتشكيل واد صدعيّ، يُعرف بالأخدود. ويمكن إطلاق اسم جبال الكتل الصدعيّة على المرتفعات المكوّنة من الكتل الصدعيّة المائلة والمرتفعات المصدّعة المعقّدة. ونجد هذا النوع من الجبال في ولايات نيڤادا ويوتا وأريزونا الأميركيّة، حيث تشكّل مناطق تتعاقب فيها الأحواض والجبال. وفي بعض الحالات، يؤدّي زوال التكوينات الحديثة العهد التي تغطّي الكتل الإندفاعيّة إلى خلق أراض متخلّفة، كما في أراضي الهارز والغابة السوداء في ألمانيا، وفي الماسيف سنترال في فرنسا.

الجبال البركانيّة: تتكوّن هذه الجبال نتيجة تراكب سيول الحمم وطبقات من الغبار البركانيّ المتصلّب المعروف بالتفّة Tuff. ونجد هذا النوع من البراكين الطباقيّة في شمال غرب أميركا الشماليّة الواقع على المحيط الهادئ، وفي اليابان. وتتشكّل هذه الجبال نموذجياً من مخاريط شديدة التحدّر متكوّنة حول فجوة أنبوبيّة مركزيّة. ويمكن أن يتغيّر هذا الشكل المخروطيّ نتيجة ثورانات جانبيّة، كما في حالة جبل سانت هيلين في ولاية واشنطن، أو نتيجة انهيار الفجوة الأنبوبيّة المركزيّة بسبب تراجع الصهارة. ويشكّل ذلك حفرة تُعرف بالكالديرا. ومن الجبال البركانيّة التي تحمل كالديرا، نذكر جبل مازاما في ولاية أوريجون الأميركيّة وكراكاتاو في أندونيسيا.

الجبال الهضابيّة: تتكوّن هذه الجبال في مجموعات، عندما تنتقل فجأة طيّات سلسلة جبال إلى الطبقات الأفقيّة التي تكوّن هضبة تزلّنيّة شبه عارية من الأشجار ومنحتّة إلى حدّ بعيد. لكنّ هذه الأشكال الطوبوغرافيّة هي في الحقيقة جبال مزيّفة ناتجة عن تحاتّ هضبة – كجبال كاتسكيل في نيويورك مثلاً. وترافق هذه الأشكال الهضاب الكبرى في العالم مثل هضبة الكولورادو والتيبت والألتيبلانو (السهول العالية) في أميركا الجنوبيّة.

نظريات تكوين الجبال

تحتوي كلّ قارّة على نوعين أساسيين من وحدات البناء: الميجنّات والجبال. الميجنّ أو الترس هو النواة الصخريّة القبكمبريّة التي تراكمت حولها القارّة. وتحيط بالمجنّات جبال مكوّنة من طبقات شديدة التصدّع وكثيرة الطيّات ومن الصخر البركانيّ.

(*) تثليث، مثلّث: يقيس ارتفاع جبل بحساب المثلّثات.

وتتشكّل الجبال بعمليّات تكوين مختلفة. ففي أواسط القرن التاسع عشر، اعتبر العلماء أنّ تكوين الجبال يشمل تشويه الصخور داخل الجبال وتشكّل الطوبوغرافيا الجبليّة على حدّ سواء. أمّا اليوم، فيعتبر معظم الجيولوجيين أن تشكّل الطوبوغرافيا الجبليّة يلي تكوّن الجبال. ويشمل تكوّن الجبال العمليّات التي تشكّلت بها البنى في المناطق الجبليّة التي تؤلّف أحزمة من الطيّات، بما في ذلك الاندفاع إلى الأعلى وتشكّل الطيّات والتصدّع في طبقات الأرض الخارجيّة.

ونأتي معرفتنا بطريقة تكوّن الجبال من تحليل سلاسل الجبال الشديدة الارتفاع والحديثة التكوين جيولوجيّاً، مثل الهيمالايا في آسيا والألب في جنوب وسط أوروبا. وقد قدّمت كذلك سلاسل الجبال القديمة والحاتّة، مثل جبال الأبلاش في شرق أميركا الشماليّة والحزام الكالبدوني في شمال غرب أوروبا، معلومات قيّمة حول عمليّات تكوين الجبال. ويعتقد الجيولوجيون أنّ الأحزمة الجبليّة الحديثة التكوين مرتبطة بالتكتونيّة العامّة على الأرض. وفي القرن التاسع عشر، جاء الجيولوجيون بنظريّة القعائر (الطيّات المقعّرة) لتفسير تكوّن الجبال المؤلّفة من الصخور الرسوبيّة. وتقول هذه النظرية إنّ الرسابات السميكة جداً التي تراكمت في أحواض كبيرة، أو قعائر، تتعرّض للقوى الانضغاطيّة التي تخلق الطيّات والصدوع، وتحوّل الصخور، وتكوّن في النهاية سلسلة جبليّة.

في إطار تكتونيّة الصفائح، يحدث تكوّن الجبال بشكل رئيسيّ عند حدود الصفائح المصطدمة بعضها ببعض. في هذه الأماكن، تتغضّن التراكمات الرسوبيّة على السطح وتشكّل جبالاً مطويّة. ويبدأ النشاط البركانيّ الذي قد يؤدّي إلى تشكّل أحزمة بركانيّة. ونجد مثالاً على هذا النوع من تكوّن الجبال على طول ساحل المحيط الهادىء لأميركا الجنوبيّة، إذ ترتفع جبال الأند حيث تصطدم الصفيحة الأميركيّة وصفيحة ناسكا، الواحدة بالأخرى. ويمكن أن يؤدّي تصادم قارّتين إلى تكوّن سلسلة جبال من القشرة القاريّة السميكة. وتشكّل الهيمالايا مثالاً ممتازاً للجبال التي تتكوّن نتيجة تصادم قارّتين، وقد بدأت هذه السلسلة بالتشكّل منذ ٢٥ مليون سنة، عندما اصطدمت الصفيحة الهنديّة الأستراليّة بالصفيحة الأوراسيّة.

ووفقاً لنظريّة زحزحة القارّات التي تقدّم بها الأرصاديّ الألمانيّ ألفرد فجنر، تتكوّن الجبال بتغضّن القشرة على طول الحافّة المتقدّمة للقارّة التي تزيح عبر قاع البحر. ويُعتبر هذا المفهوم عادة نتيجة طبيعية لنظريّة تكتونيّة الصفائح الحديثة. وتنتج القوى الفاعلة في تكوين الجبال، عن النشوء التكتونيّ لقشرة الأرض.

المناخ الجبلي

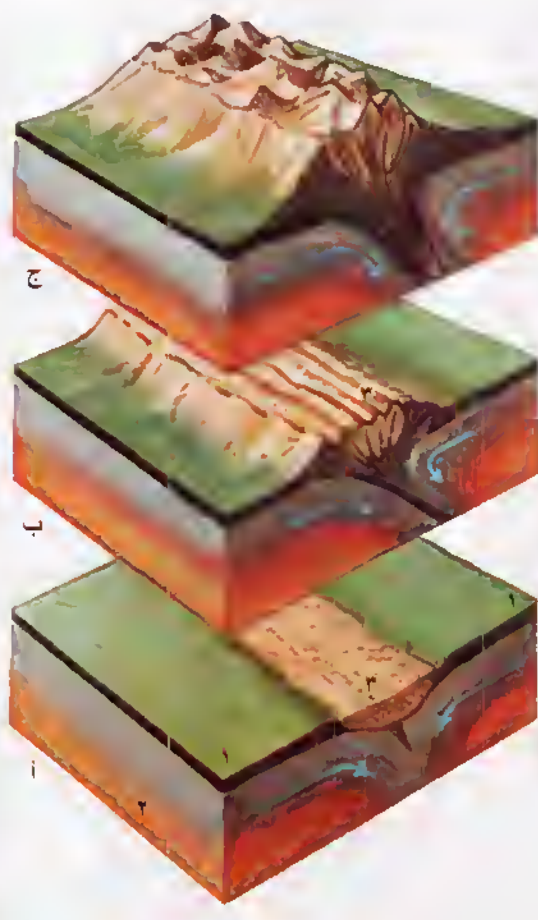
تؤثّر الجبال بسبب ارتفاعها الشاهق في المناخ والغطاء النباتيّ بطرق عدّة مختلفة. ففي العروض الجغرافيّة نفسها، يلعب الإرتفاع فوق مستوى سطح البحر دوراً هامّاً في تحديد الشروط المناخيّة. وكثيراً ما تنتج حقول الثلج وأنهار الجليد الموجودة في المرتفعات العالية، حيث نادراً ما تتجاوز درجات الحرارة نقطة التجمّد، عن المناخات المحليّة. ويشهد مناخ الأراضي المرتفعة تغييرات كبيرة في درجة الحرارة بين النهار والليل. وتتلقّى المناطق الجبليّة، نموذجيّاً، كميّات أكبر من الهواطل ممّا تتلقّاه المناطق المنخفضة المحيطة. وتميل سفوح الجبال المواجهة للريح إلى أن تكون غائمة وماطرة أكثر، وتشهد تراوحاً أقلّ في درجات الحرارة. وتكون السفوح المدابرة للريح (في اتّجاه الريح) جافّة ومشمسة أكثر، وتشهد تغيّراً كبيراً في درجات الحرارة.

النطاق الشجريّ هو الإرتفاع الذي لا ينمو الشجر بعده. ويتوقّف موقع هذا النطاق على درجة الحرارة والتربة وتصريف الماء وغيرها من العوامل. ويُفترض بالنطاق الشجريّ في الجبال أن يكون أعلى دائماً في المناطق القريبة من خطّ الإستواء، ممّا هو عليه في المناطق المجاورة للقطبين، لولا كميّة الأمطار الغزيرة في الجبال الإستوائيّة التي تخفّض درجة حرارة الجوّ. ويشهد بعض الجبال في غرب الولايات المتحدة نطاقين شجريّين: نطاقاً شجريّاً منخفضاً جافّاً، ونطاقاً بارداً يمتدّ على ٦٠٠ إلى ١٢٠٠ متر تقريباً فوق الخطّ الشجريّ الجافّ. وكثيراً ما تتعرّض الغابات المجاورة للنطاق الشجريّ على السفوح المواجهة للريح، للإلتواء بسبب الريح القويّة التي تعيق أيضاً نموّها، فتعطي أشكالاً غريبة تُعرف بالأحراج القزمة. في نصف الكرة الشماليّ، تكون النُطُق الشجريّة أوطأ نوعاً ما، ويمكن أن يكون الغطاء النباتيّ أكثف على سفوح نصف الكرة الجنوبيّ.

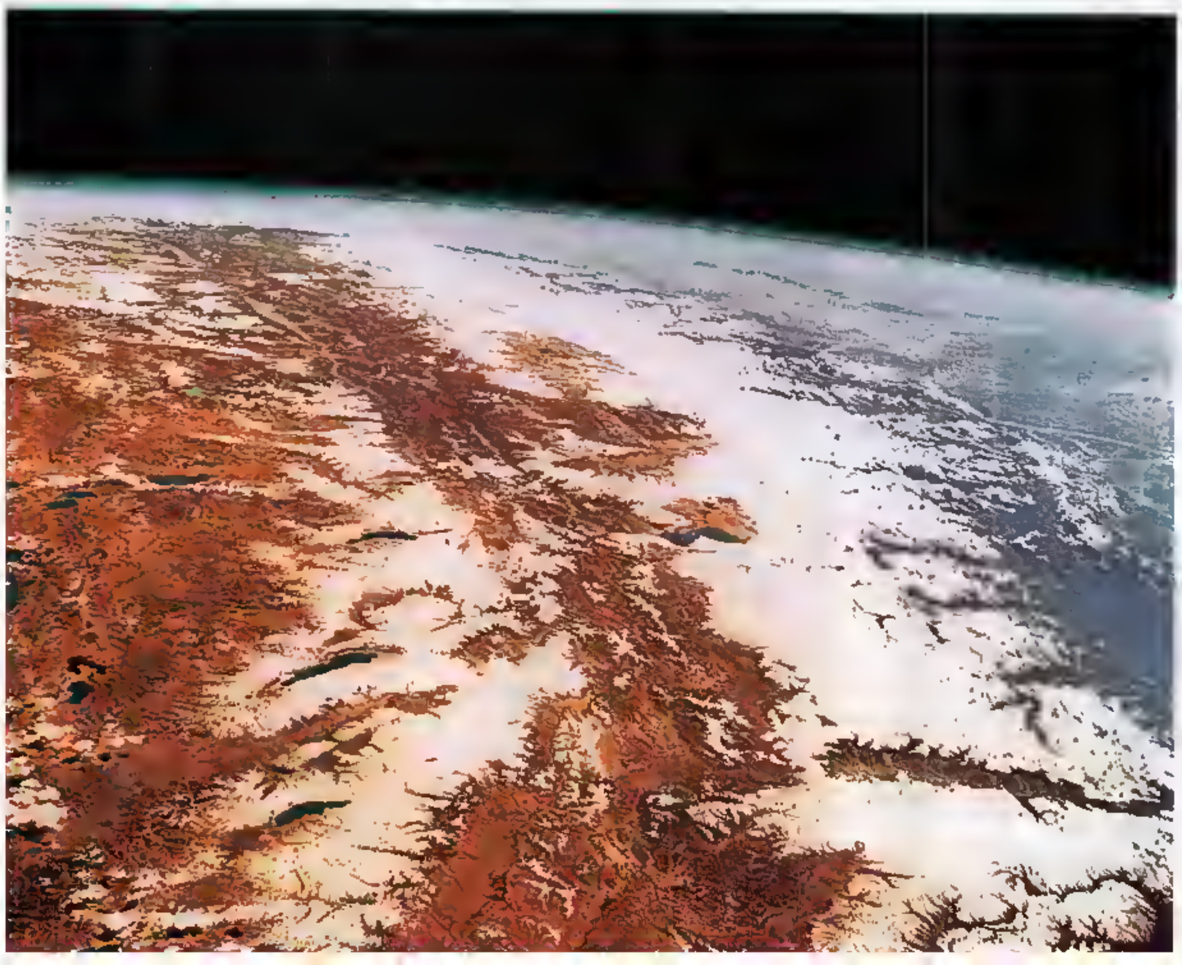
تأثير الجبال في حياة الإنسان

كثيراً ما تكون الأراضي الجبليّة نافعة ومعيقة على حدّ سواء، بالنسبة للإنسان. فقد وفّرت الجبال الحماية من الجيران الطامعين. وحقّق السويسريون نجاحاً وازدهاراً كبيرين في بيئتهم الجبليّة، لأنّها أعطتهم درجة من الاستقلال السياسيّ غير مألوفة في منطقتهم. وقد سمحت الجبال العالية التي تحدّ سويسرا في الغرب والشمال، بتجنيب البلاد دخول الحربين العالميّتين. لكنّ السويسريّين لم ينجحوا في تحقيق مستوى عال من المعيشة إلّا بقدر هائل من الجهد والتصميم والإبداع. ووفّرت الجبال أيضاً موارد غنيّة جدّاً من المعادن والأخشاب والمياه والمناظر الطبيعيّة. ويتمتّع بعض المنحدرات الجبليّة، مثل سفوح البراكين في جاڤا (أندونيسيا) وجواتيمالا وصقلية (إيطاليا)، بتربة خصبة جدّاً للزراعة. غير أنّ مواسم النموّ القصيرة التي تشهدها المرتفعات العالية، تُقصِر الزراعة في الكثير من الأحوال على محاصيل معيّنة مثل الشاي والبن في المرتفعات الأكثر انخفاضاً، ورعي الماشية في المناطق الأكثر ارتفاعاً. ويواجه سكّان الجبال أيضاً خطر الإنهيارات الثلجيّة وانزلاقات التربة والزلازل والتدفّقات الجليديّة.

إنّ قسوة الحياة الجبليّة المرتبطة بانخفاض درجات الحرارة ونسبة الأكسجين في الهواء وصعوبة بناء المنشآت الهندسيّة وصيانتها، قد أعاقت نموّ وتطوّر الكثير من المدن الجبليّة الحديثة. تقع سانتا في Santa Fe في ولاية نيو مكسيكو، إحدى أعلى مدن الولايات المتحدة، على ارتفاع ٢١٣٢ متراً فوق سطح البحر؛ وهي شبيهة في ذلك بمدينة مكسيكو، لكنّ ارتفاعها يبقى أقلّ من ارتفاع المدن الأقدم عهداً في جبال الأند وفي التيبت. وتشكّل بوتوسي في بوليفيا أعلى مدينة في العالم، إذ ترتفع ٣٩٧٦ متراً فوق سطح البحر. وعلى ارتفاع ٥٣٣٤ متراً، ينخفض الضغط الجويّ إلى النصف، بالنسبة إلى الضغط عند مستوى سطح البحر.



المراحل المتتالية لنشوء الجبال: **أ) تقترب صفيحتان من صفائح قشرة الأرض (١) الواحدة من الأخرى بسبب تيارات الحمل الحراريّ (السهام) الموجودة في الغلاف (٢).**
ب) تتعرّض حافتا الصفيحتين والطبقات الرسوبية بينهما للضغط (٣)، فتتغضّن (تتموّج).
ج) يستمرّ الضغط ويؤدّي إلى ارتفاع سلسلة الجبال.



الهيمالايا كما تبدو من الفضاء: **آسيا الوسطى، هكذا بدت سلسلة الجبال الضخمة لرواد الفضاء في المركبة الفضائية أبولو ٩. وتبيّن الصورة بوضوح التموّج الذي سببه اصطدام الصفيحة الهنديّة (إلى اليمين: يمكن رؤية سهل الجانج بوضوح) بالصفيحة الآسيويّة (يمكن رؤية جزء من سهل التيبت).**
إنّ جبال الهيمالايا التي تشكّل أعلى سلسلة جبليّة في العالم (تضمّ أكثر من عشر قمم يزيد ارتفاعها عن ٨٠٠٠ م)، هي بنية تكتونيّة حديثة التكوين. ويعود تكوين هذه الجبال إلى العصر الثُلثيّ ويتزامن مع نشأة جبال الألب.

مفردات متعلّقة بالجبال

سلسلة: تعبير عامّ يشير إلى وحدة ممتدّة من عدد كبير من الجبال أو الأنظمة الجبلية. وكثيراً ما تتألّف الأنظمة الجبليّة الضخمة من مجموعات من السلاسل المتوازية. وتمتدّ سلسلة الجبال الأميركيّة من الطرف الجنوبيّ لأميركا الجنوبيّة إلى شمال غرب ألاسكا.

نظام جبلي: مجموعة من سلاسل الجبال المماثلة من حيث الشكل والبنية والتراصف وطريقة التكوّن. ومن هذه الأنظمة نذكر الألب والهيمالايا وجبال الروكي (الجبال الصخريّة).

قمّة: أحد رؤوس الجبل أو أعلى نقطة في الجبل. وتكون القمّة عادة مخروطيّة الشكل إلى حدّ ما. وتنطبق هذه التسمية أيضاً على جبل منفرد أو على جبل مسنّن الرأس مثل قمّة بايكس في كولورادو.

الهيمالايا

الهيمالايا هي أعلى سلسلة جبال على الأرض. وتشكّل الهيمالايا الحدود الشماليّة لشبه القارّة الهنديّة. وتمتدّ هذه السلسلة في قوس ضخمة على مسافة ٢٥٠٠ كيلومتر من الغرب إلى الشرق، ويتجاوز ارتفاع أكثر من ٣٠ قمّة منها ٧٣٠٠ متر فوق سطح البحر. وتشمل هذه القمم قمّة جبل إيڤيرست، وهي أعلى قمّة في العالم، ويصل ارتفاعها إلى ٨٨٤٨ متراً، وكانشينجونجا ويصل ارتفاعها إلى ٨٥٩٨ متراً، وماكالو ويصل ارتفاعها إلى ٨٤٨١ متراً، ودولاجيري ويصل ارتفاعها إلى ٨١٧٢ متراً.

تقع عدّة ولايات هنديّة ومملكتا النيبال وبهوتان على السفوح الجنوبيّة لجبال الهيمالايا وتحدّها المرتفعات التيبتيّة في الشمال. ويتراوح عرض سلاسل الجبال هذه بين ٢٠٠ و٤٠٠ كيلومتر من الجنوب إلى الشمال ويبلغ معدّل ارتفاعها ٦١٠٠ متر. وتمتدّ الهيمالايا على مساحة ٥٩٤،٤٠٠ كيلومتر مربّع تقريباً ويشكّل القسم الأكبر منها جزءاً من الأراضي الهنديّة، كما يقع بعض أجزائها ضمن الأراضي الباكستانيّة والصينيّة.

إنّ اسم هيمالايا يعني باللغة السنسكريتيّة «مقرّ الثلوج»، وهو يصف بشكل صحيح الحقول الثلجيّة الشاسعة والدائمة فوق النطاق الثلجي. وتشكّل هذه الجبال أكبر تحدّ في العالم بالنسبة لمتسلّقي الجبال.

الخصائص الطبيعيّة

إنّ المعالم المميّزة الأبرز في جبال الهيمالايا هي ارتفاعها الشاهق، وبنيتها الجيولوجيّة المعقّدة، وقممها المكلّلة بالثلوج، وأنهارها الجليديّة التي تتقدّم في وديان كبيرة، ومجاري الأنهار العميقة، والغطاء النباتيّ الكثيف. يمكن تقسيم سلسلة جبال الهيمالايا إلى أربعة أحزمة متوازية متفاوتة العرض.

وهي من الجنوب إلى الشمال، الهيمالايا الخارجيّة أو السفليّة؛ والهيمالايا المنخفضة أو الصغرى؛ والهيمالايا المرتفعة أو الكبرى؛ والتيثيس أو الهيمالايا التيبتيّة. وفي بعض الأحيان، تعتبر أيضاً سلسلة جبال كاراكوروم في الشمال الغربيّ، جزءاً من نظام الهيمالايا. ويمكن تقسيم الجبال إلى ثلاث مناطق أساسيّة. تشكّل الهيمالايا الكبرى الجزء الأهمّ من النظام، وهي سلسلة جبال ترتفع فوق النطاق الثلجي، وتشمل ٩ من ١٤ أعلى قمّة في العالم، بما في ذلك جبل إيڤيرست.

من الناحية الجيولوجيّة، تشكّل الهيمالايا جبالاً مثنيّة حديثة التكوين نسبيّاً، وهي لا تزال تخضع لعمليّات تكوين الجبال. وتؤلّف الصخور المتحوّلة القبكمبريّة (صخور تكوّنت نتيجة الحرارة والضغط ما قبل ٤.٦ بلايين إلى ٥٧٠ مليون سنة) القسم الأكبر من هذا التكوين الجبليّ. وجرى ارتفاع السلسلة في ثلاث مراحل على الأقلّ. جرت المرحلة الأولى عند نهاية العصر الفجريّ Eocene Epoch (العصر الحديث السابق، منذ حوالى ٣٨ مليون سنة) عندما ارتفعت الهيمالايا الكبرى والتيثيس. وفي مرحلة ثانية، جرت في العصر الثلثيّ الأوسط Miocene Epoch (منذ ٢٤ مليون سنة إلى ٥ ملايين سنة)، تكوّنت سلاسل الهيمالايا الصغرى. وبدأت المرحلة الأخيرة من تكوين الجبال في نهاية العصر الثلثيّ (العصر الحديث القريب Pliocene)، عندما تكوّنت سلسلة سيواليك، وهي التلال السفحيّة للهيمالايا الخارجيّة.

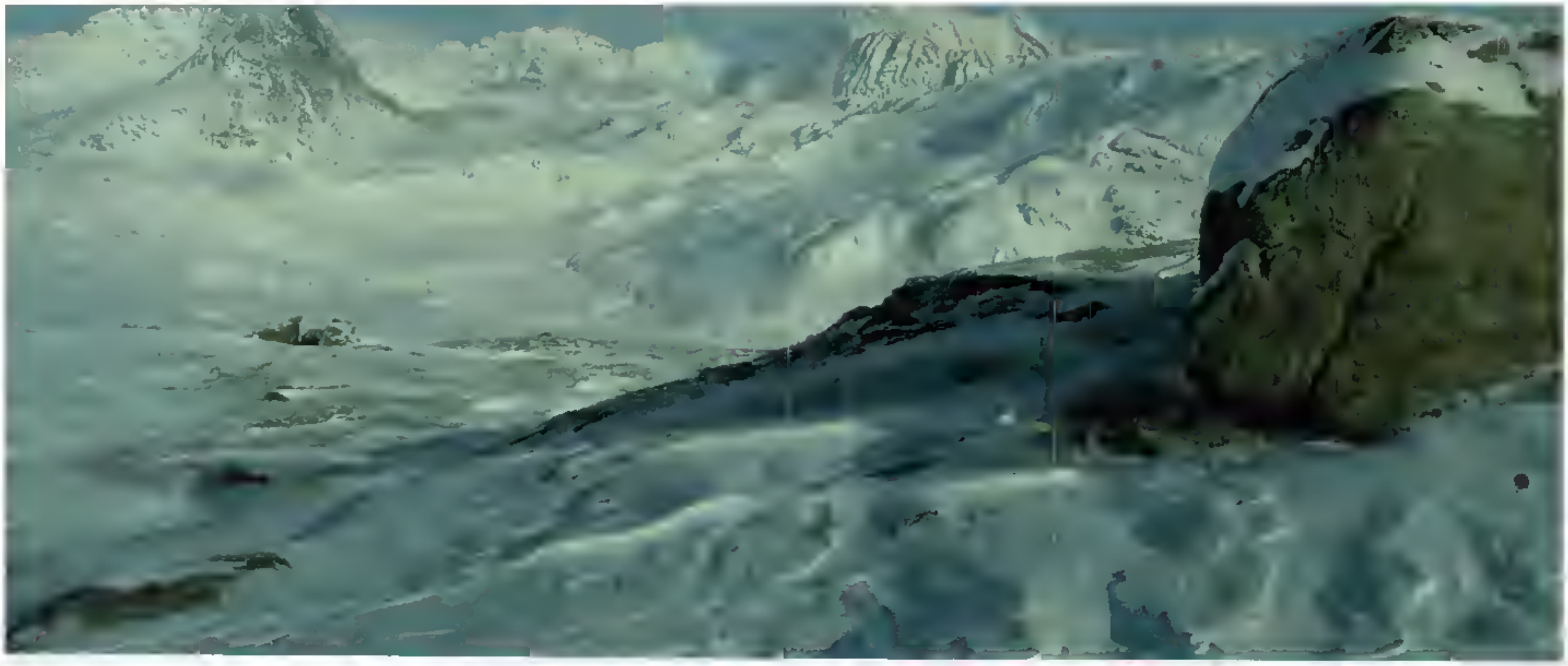
تشكّل الهيمالايا حاجزاً هائلاً، وتؤثّر في الشروط المناخيّة السائدة في شبه القارّة الهنديّة إلى الجنوب، وفي المرتفعات الآسيويّة الوسطى إلى الشمال. ويستمرّ فصل الشتاء في جبال الهيمالايا من تشرين الأوّل إلى شباط، فيما تمتدّ الصيف من آذار إلى حزيران، وموسم الأمطار من حزيران إلى أيلول. يتغيّر المناخ، إلى حدّ بعيد، مع الإرتفاع؛ ويوجد الثلج عموماً على ارتفاع ٤٩٠٠ متر تقريباً، في الهيمالايا الكبرى. وتشهد التلال السفحيّة تفاوتاً أكبر في درجات الحرارة بين الليل والنهار.

تصدّ سلاسل الجبال الهواء الجافّ والبارد الآتي من الشمال في فصل الشتاء، وتمنعه من الوصول إلى داخل الهند؛ كما أنّها تجبر الرياح الموسميّة على التخلّي عن نسبة كبيرة من الرطوبة التي تحملها، ما يسبّب سقوط أمطار غزيرة وثلوج كثيفة على الجهة الهنديّة، ولكن شروطاً مناخيّة جافّة في التيبت. وتنخفض كميّة الأمطار تدريجيّاً من الشرق إلى الغرب (٣٠٠ إلى ١٥٠ سم). ويُسجّل في شيرّابونجي من ولاية ميجالايا، في شمال شرق الهند، ثاني أعلى معدّل لسقوط المطر في العالم، ويبلغ ١١٤٠ سم.

يصرّف ١٩ نهراً كبيراً مياه الهيمالايا، وأكبرها نهرا الهندوس والبراهمابوترا. وتنتمي أنهار جيلوم وشيناب ورافي وبياس وسوتلج إلى شبكة الهندوس؛ وتشكّل أنهار يامونا ورامجانجا وكالي وجانداك وكوسي جزءاً من شبكة الجانج؛ وتنتمي أنهار تيستا ورايداك وماناس إلى شبكة البراهمابوترا. وتشهد السفوح الجنوبيّة للهيمالايا عدداً أكبر من الأنهار الكبيرة التي تتمتّع بقدرة كبيرة على توليد الطاقة الكهربائيّة. ويشكّل مشروع وادي نهر باكرا نانجال المتعدّد الاستعمالات، القائم على نهر سوتلج، أحد أكبر المشاريع من هذا النوع في الهند. وللأنهار الكبيرة، مثل الهندوس والسوتلج والبراهمابوترا، وديان عليا عميقة وضيّقة تكوّنت قبل الجبال نفسها. وتغطّي المجلدات (أنهار الجليد) أكثر من ٣٢،٩٠٠ كم²، ومن أكبرها مجلدة جانجوتري في شمال الهند التي تمتدّ بطول ٣٢ كم. وتغذّي أنهار الجليد معظم الأجزاء العليا من الأنهار، فيما تغذّي الأمطار الأجزاء المتوسّطة والسفلى. وتُستعمل أنهار الهيمالايا أيضاً لتعويم جذوع الأشجار باتّجاه سافلة النهر إلى المناشر في التلال السفحيّة. وهنالك أيضاً الكثير من بحيرات المياه العذبة، وأكبرها بحيرة وولار في جامو وكاشمير.

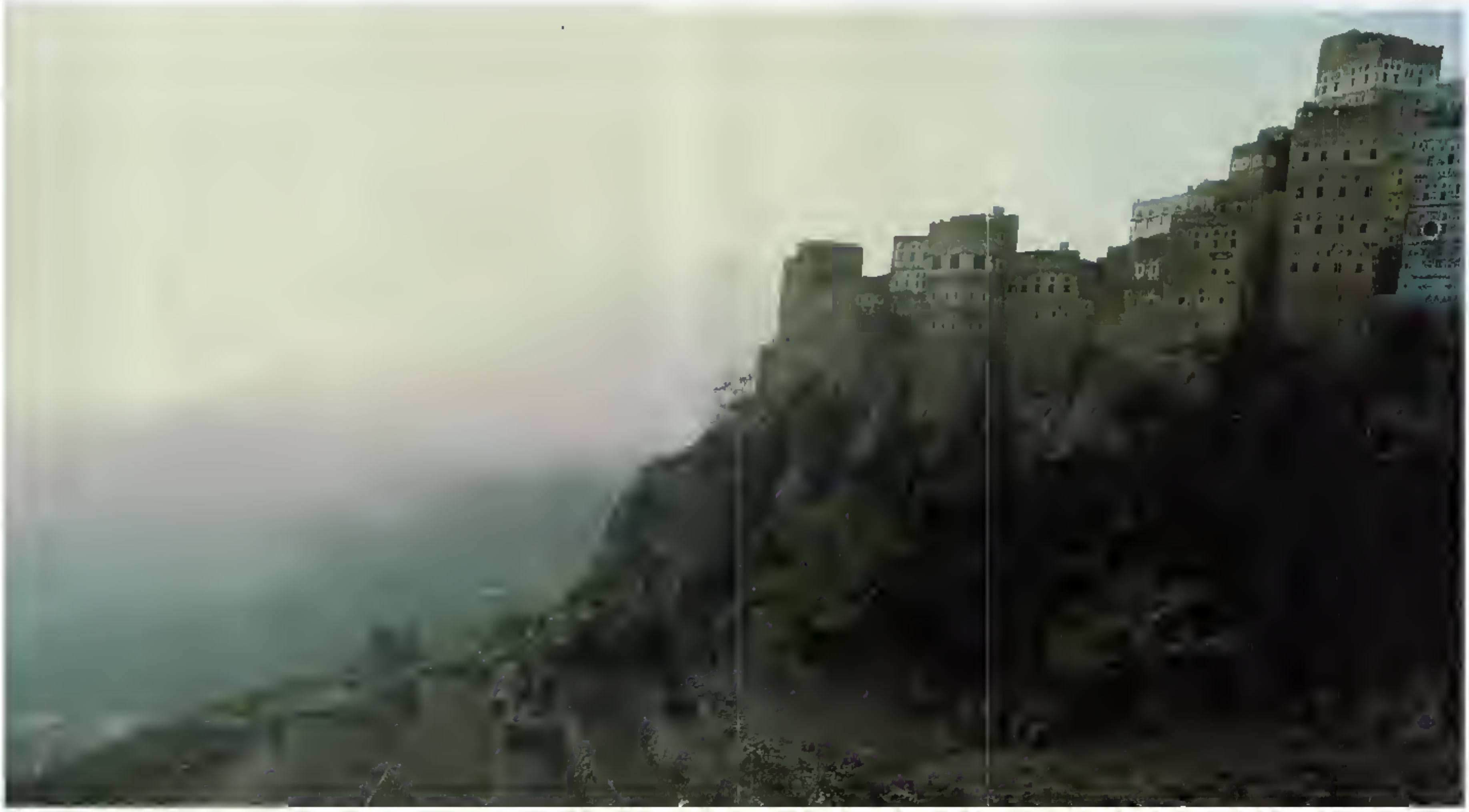
زراعة الأُرز في المنحدرات الحادّة في جبال الفيلبين





قمة توبوچرافوڤ في سيبيريا

جبل الحجارة في اليمن





صورة لجبال الهيمالايا





مجلَّدات (أنهار جليدية) عند خط الاستواء: جبل كينيا

(إلى اليمين)

يشكل جبل كينيا (٥١٩٩م) مع كليمانجارو وروونزوري مجموعة الجبال الأفريقية العالية. يقع جبل كينيا جنوب خط الاستواء مباشرة، في البلد الأفريقي الذي يحمل الإسم نفسه. جبل كينيا بقية من تكوين بركاني قديم حتته وفتته عوامل التعرية والتجوية. ساهمت مجلدات عدة في حفر وحتّ هذا التكوين الضخم الذي يشرف على وادي تيليكي (كما يبدو في الصورة). على مسافة صغيرة من مجلدات الجبل الدائمة، تظهر مجموعات من أزهار الشيخ، وهي نباتات عشبية يمكن أن يصل ارتفاعها، بفضل مناخ كينيا الخاص، إلى ١٥ متراً.



ماك كنلي، مارد الاسكا (إلى اليسار)

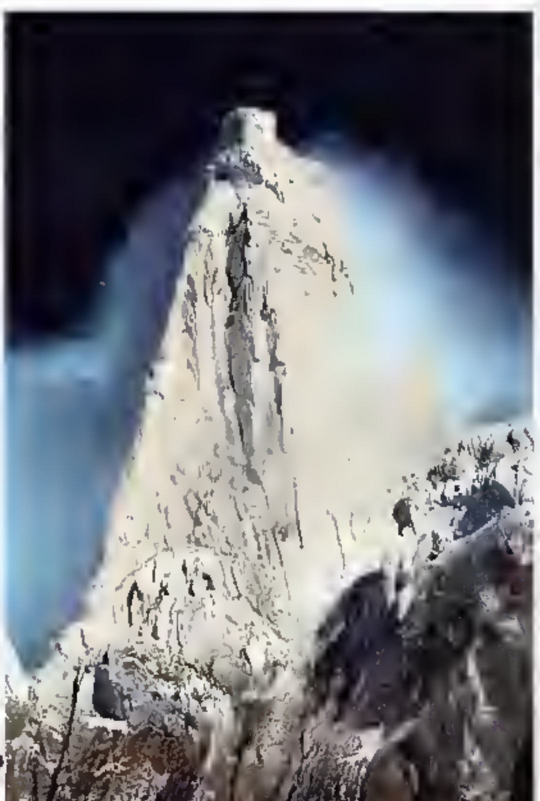
جبل ماك كنلي هو أعلى قمة في أميركا الشمالية، ويبلغ ارتفاعه ٦١٩٣م. يقع ماك كنلي في سلسلة جبال الاسكا ويرتفع مهيباً وحيداً فوق التندرة، تغطي جوانبه انهار الجليد. من الممكن رؤية جبل ماك كنلي من مسافة بعيدة، وكان الملاّح جورج ڤانكوڤر قد اكتشفه في ١٧٩٤، لكن لم يتم بلوغ قمته إلاّ في ١٩١٣.



چراند تيتون، «ماترهورن الولايات المتحدة»

(إلى اليمين)

أطلق هذا اللقب على الچراند تيتون لأن طبقاته الصخرية المائلة تذكّر إلى حد ما بالقمة الألپية الشهيرة. چراند تيتون (٤١٩٠م) هو أعلى قمة في جبال التيتون الجرانيتية الواقعة في القسم الأوسط من جبال الروكي (وايومنج). وقد أعلنت المنطقة المحيطة بالتيتون حديقة وطنية.



سيرو تورّي، الاند الپاتاچونية (إلى اليسار)

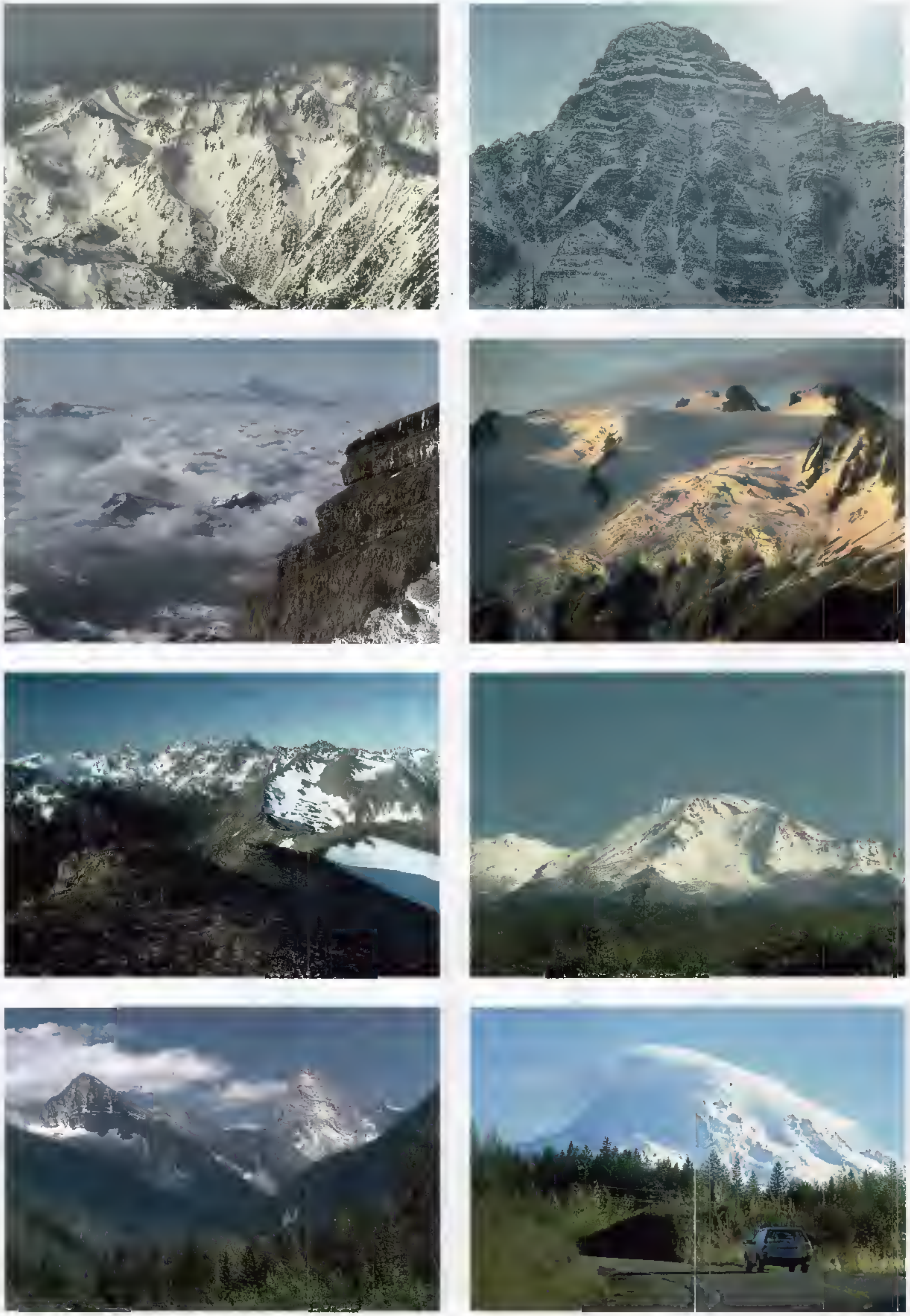
بجدرانها الجرانيتية شبه العمودية، تبدو قمة سيرو توري الصخرية المستدقة وكأنها تحدٍّ من الطبيعة لشجاعة الانسان. تضرب العواصف الثلجية العنيفة الآتية من المحيط الهادىء جبل سيرو توري بصورة مستمرة، وتغطي القمة طبقة من الجليد الطري غير المستقر الذي يتحول بسهولة إلى انهيار ثلجي مخيف.

اكونكاچوا، أب الاند

(إلى اليمين)

جبل اكونكاچوا، الذي يصل ارتفاعه إلى ٧٠٢١م، هو أعلى قمة في أميركا الشمالية والجنوبية على حد سواء. يقع الأكونكاچوا في سلسلة جبال الاند، في أقصى غرب الأرجنتين. تكوّن هذا الجبل بفعل النشاط البركاني، وهو يتألف من لابة (حمم بركانية) من الدهر الثالث (وهو، تالياً، معاصر لنشوء جبال الألپ)، تراكمت فوق راسب بحري أقدم عهداً. تظهر الصورة إلى اليمين، الجهة الجنوبية الشرقية للجبل، مع مجلّدة هوركورنس السفلى.





قمم سلسلة جبال روكي الصخرية منها المغطّاة بالثلوج ومنها القمم المسنّنة بدءاً من ولاية نيومكسيكو إلى ألاسكا في الولايات المتحدة

الوادي

الوادي منخفض طبيعي مستطيل تحدّه أراضٍ أكثر ارتفاعاً ويمكنه أن يكون ضيقاً أو واسعاً. والوادي هو التكوين الأكثر وجوداً وانتشاراً على الأرض. تظهر الأودية في سلاسل الجبال العالية وفي التلال، في الأراضي المنخفضة وفي قاع المحيطات. تؤدّي حركة المياه أو الجليد أو حركة أديم[1] الأرض إلى تشكّل الأودية وتطوّرها.

أودية الأنهار

تتسبّب مجاري المياه بتكوين معظم الأودية. فعندما تجري المياه في الأنهار أو الجداول، تحرّك التراب والحصى على طول القعر، حافرةً بذلك مجرى لها. وتقوم المياه المحمّلة بالمواد الحاتّة، بشقّ الأرض أكثر فأكثر تاركةً وراءها جدراناً من التربة والصخر تشكّل جنبات الوادي.

في بعض المناطق، تتشكّل جدران للوادي شبه عمودية، مكوّنة من صخر متين لا يُحتّ بسهولة. تسمّى هذه الجنبات الشديدة الإنحدار الشِّعاب. وتعرف الشعاب الضيّقة بمضائق الجبال.

في مناطق أخرى، تتكوّن جدران الوادي من صخور أكثر ليونة تتعرّض للتآكل والتعرية – التفتت، الحتّ والزوال – بفعل المياه والجليد وتقلّب الحرارة أكثر ممّا تتعرّض له الصخور الأكثر صلابة. تساعد الأمطار والثلوج على نقل الأتربة والصخور من أعلى جدران الوادي إلى أسفل الوادي أو قاعه. تسحب قوّة الجاذبية الأتربة والصخور على طول المنحدرات وتوصلها إلى المياه في الأسفل. إنّ القسم الأعلى من الوادي، وهو الذي يتعرّض أكثر من غيره للتآكل والتعرية، يتّسع ويعرض شيئاً فشيئاً ويتخذ الوادي الذي يتكوّن على شكل V.

مع الوقت تصبح عملية الشقّ نحو الأسفل التي يقوم بها النهر بطيئة إلى حدّ كبير ويبدأ النهر بالحفر على جانبَي الوادي. تجري المياه حول الجلاميد[2] وغيرها من الحواجز بدلاً من أن تمرّ فوقها. يبدأ طريق النهر بالتعرّج، أو بالإنعطاف من جهة إلى أخرى، مثلما يفعل الجزء الأسفل من نهر المسيسيبي. وتقوم المياه التي تتبع مجرىً ملتوياً على نحو ثعباني، بحفر جدران الوادي ممّا يتسبّب بانهيار التربة والصخور ويدفع بها في الماء. توسّع هذه العملية شيئاً فشيئاً أرض الوادي حتى تصبح سهلاً مسطّحاً. يفيض النهر أحياناً، فيجري متخطّياً ضفافه فوق أرض الوادي. إنّ الجزء من أرض الوادي الذي يقع على جانبَي النهر والذي تغمره أحياناً مياه الفيضان يسمّى الرَّقّة.

الأودية الجليديّة

تخلّف حركة الجليد وراءها أثراً في الأودية. فعندما تنحدر كتل الجليد، المعروفة بأنهار الجليد أو المجَلدات، عبر الأودية في الجبال العالية، تحرّك الصخور والجلاميد على أرضيّة الوادي وتحفر جنباته. تقوم عملية التعرية هذه التي يتسبّب بها الجليد المتحرّك بتوسيع الأودية التي على شكل V وتجعل جنباتها أكثر انحداراً ممّا يحوّلها إلى أودية على شكل U. إنّ لوادي يوسيمايت في شرق وسط ولاية كاليفورنيا شكلاً على صورة U وهو شكل نموذجي لوادٍ جليديّ.

في بعض الأحيان، تصبّ أنهار جليديّة صغيرة في النهر الجليديّ الأساسي. ولا تقوم أنهار الجليد الصغيرة بحتّ الأودية وشقّها بشكل عميق كما يفعل نهر الجليد الأساسي. بعد ذوبان الجليد، يظهر قعر هذه الأودية الرافدة الأقل عمقاً، في موقع أكثر ارتفاعاً من قعر وادي نهر الجليد الأساسي. وحيث تلتقي الأودية، تبدو المجاري التي حفرتها الأنهار الجليديّة الصغيرة وكأنّها معلّقة في أعلى جدران الوادي الأساسيّ. عندما يتدفّق جدول من وادٍ معلّق إلى قعر الوادي في الأسفل، يصبح شلّالاً. تسقط شلّالات يوسيمايت، وهي إحدى أعلى شلّالات العالم، من وادٍ معلّق إلى آخر قبل أن تصل إلى القعر. ويصل مجموع المسافة التي تجتازها الشلّالات في سقوطها، إلى ٧٤٠ م.

أودية الإنصداع

تؤدّي حركة أديم الأرض، أي طبقتها الخارجيّة، إلى نشوء أودية انصداع. الأديم هو القسم الأعلى من ألواح صخريّة صلبة تدعى الصفائح. وتتسبّب حركة الصفائح أحياناً بتقسيم الأديم أو تجزئته. يمكن قِطَعاً من الأديم أن تغور بين صدعين أو شقّين متوازيين. فتصبح المنطقة المنبسطة الغائرة، قعراً لمنخفض له جنبات شديدة الإنحدار يسمّى وادي الإنصداع. وإذ يعرض الوادي ويتّسع، يمكن المادة الصخريّة المنصهرة في باطن الأرض أن ترتفع وتتدفّق من الصدع، مشكّلةً قعراً جديداً. يستمرّ الكثير من أودية الإنصداع بالإتساع. ويراوح عرض وادي الإنصداع العظيم، وهو شبكة من الصدوع في شرق أفريقيا وآسيا، بين حوالى ٣٠ و٥٠ كم ويزداد عرضه حوالى مليمتراً واحداً في السنة.

كثيراً ما تحتلّ الأجسام المائية أودية الإنصداع. تظهر بحيرات عدّة في وادي الإنصداع العظيم ويحتلّ البحر الأحمر أيضاً جزءاً منه. كما يجري نهر الراين في أوروبا في وادي انصداع. أمّا أكبر شبكة من أودية الإنصداع فتمتدّ على طول قمّة سلسلة جبال وسط المحيط وتطوّق الأرض تحت سطح المحيط.

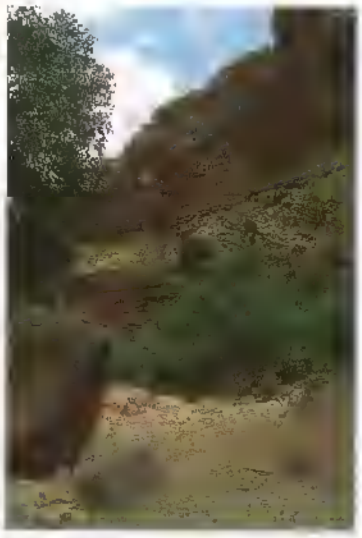
الأودية والبشر

تمدّ الأنهار التي تجري عبر الأودية الناس بالماء. عندما تفيض الأنهار، يمكن المياه أن تخلّف موادّ مغذّية على أرض الأودية والرَّقات[3] رافعةً بذلك من درجة خصوبتها. تؤمّن الأراضي الرطبة الواقعة في أودية الأنهار الغذاء للبشر كما للطيور وغيرها من أشكال الحياة البريّة.

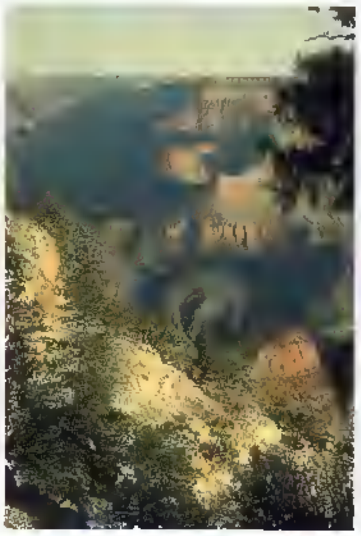
يستعمل البشر الكثير من الأنهار كطرق للسفر والتجارة. وقد شكّلت مجاري المياه في الأودية سبلاً للنقل على مدى آلاف السنين. كثيراً ما وجد الإنسان أنّ بناء طرق تخترق الأودية أسهل من إنشاء طرق تعبر الجبال العالية.

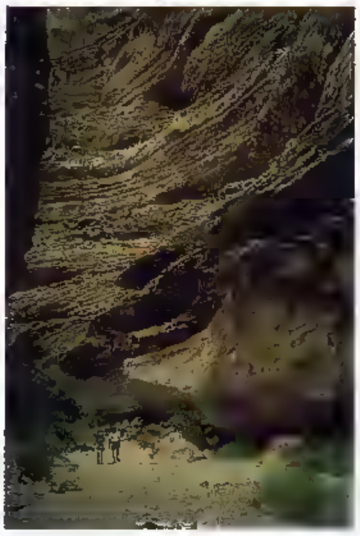
نظراً إلى أنّ أودية الأنهار هي مصادر للماء والغذاء وهي ملائمة للسفر فقد سكنتها الشعوب في أنحاء عدّة من العالم ومنذ آلاف السنين. حرث المزارعون وادي النيل في مصر كما فلحوا الأراضي بجوار نهرَي دجلة والفرات في بلاد ما بين النهرين. أنشأت الشعوب القديمة في الهند والصين والأميركتين أيضاً حضارات مزدهرة في أودية الأنهار. ونتيجة لذلك أصبح الكثير من الأودية معروفاً بمهد الحضارة.

المَمرّ الجبلي: **هو شعبة أو فجوة في أرض وعرة مرتفعة، كالمرتفعات الجبلية. وهو يتكوّن، عندما يجرف أو يعرّي مجرى مائيّ أو نهر جليديّ الأرضَ الجبلية. وتسمح الممرّات للناس بعبور الحواجز الجبلية بسهولة أكثر. وتُستعمل الكلمة للدلالة على قناة أو قسم أكثر عمقاً في جسم مائيّ تسمح بالمرور عبر المياه الضحلة.**

















(١) أديم الأرض: الطبقة الخارجية من الأرض.
(٢) الجلاميد: ج. جلمود وهو صخرة كبيرة الحجم.
(٣) الرقات: ج. رقّة وهي السهل الذي تغمره مياه النهر أثناء فيضانه.



جزيرة ليڤانزو: **تقع جزيرة ليڤانزو على مسافة قصيرة من تراپاني، وهي تنتمي إلى مجموعة جزر إيجادي في إيطاليا. تشكّل جزيرة ليڤانزو إحدى البوارز الغربيّة للبرّ الصقليّ وهي مكوّنة من الصخر الكلسيّ والدولوميت، ما يعطي للساحل مظهره الجافّ والشديد التحدّر.**

أكبر جزر العالم

چرينلاند	٢,١٧٥,٦٠٠ كم^2
غينيا الجديدة	٧٨٥,٠٠٠ كم^2
بورنيو	٧٣٦,٠٠٠ كم^2
مدغشقر	٥٨٧,٠٠٠ كم^2
بافن	٤٧٦,٠٦٥ كم^2
سوماترا	٤٢٠,٠٠٠ كم^2
بريطانيا العظمى	٢٢٩,٨٨٥ كم^2
هونشو	٢٢٧,٤١٤ كم^2
ڤيكتوريا (كندا)	٢١٢,١٩٨ كم^2
سيليبس	١٧٢,٠٠٠ كم^2
الجزيرة الجنوبية (نيوزيلاندا)	١٥٠,٤٦١ كم^2
جاڤا	١٢٥,٩٠٠ كم^2
نيوفوندلاند	١١٢,٣٠٠ كم^2
كوبا	١٠٥,٠٠٧ كم^2
لوزون	١٠٤,٦٨٧ كم^2
ايسلاندا	١٠٢,٨٢٠ كم^2
صقلية	٢٥,٤٢٦ كم^2



الجزر

الجزيرة هي كتلة كبيرة من الأرض محاطة بالمياه. إنّ القارّات الكبيرة محاطة أيضاً بالمياه، وبما أنّها واسعة جداً دُعيت بالقارّات عوضاً عن الجزر. فحجم أستراليا، أصغر القارّات، هو أكبر من حجم چرينلاند بثلاث مرّات ونصف المرّة.

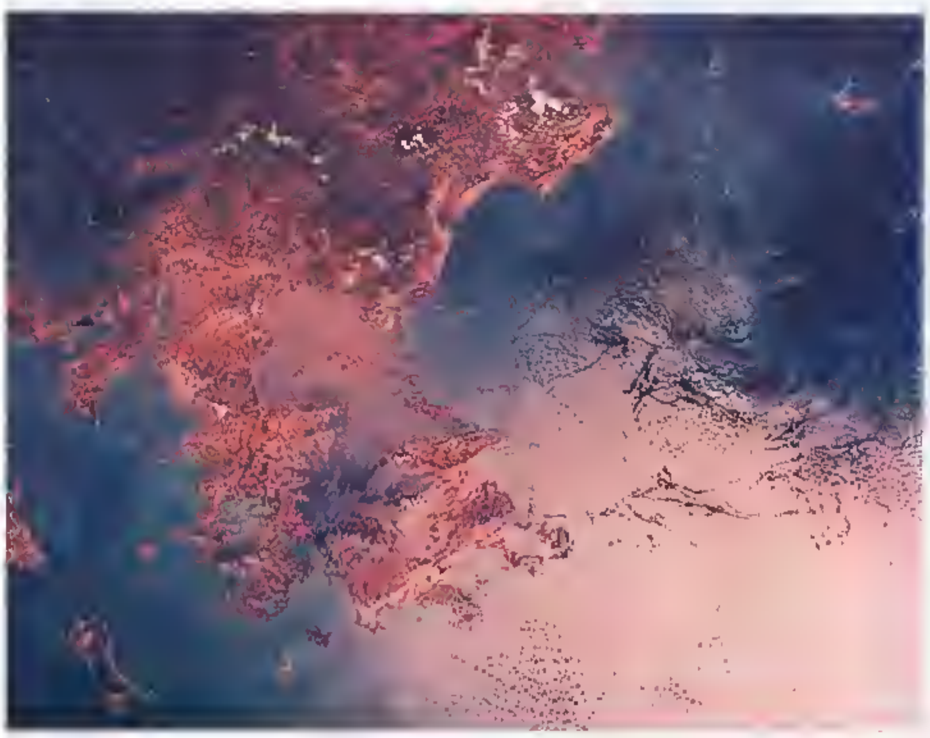
هناك جزر لا تُحصى في المحيط وفي البحيرات والأنهار في أرجاء العالم؛ وتختلف كثيراً في الحجم، في المناخ، وفي أنواع النباتات والحيوانات التي تعيش فيها.

الكثير من الجزر صغير جداً، يغطّي كلٌّ منها أقل من نصف هكتار، وغالباً ما تطلق تسمية الجُزيرة على هذه الجزر الصغيرة. لكنّ هناك جزراً ضخمة، فچرينلاند مثلاً تغطّي مساحة حوالى ٢,١٧٥,٦٠٠ كم^2.

بعض الجزر، كچرينلاند، بارد ويغطّيه الجليد، وجزر أخرى كتاهيتي تقع في مياه دافئة استوائيّة. يبعد الكثير من الجزر الآلاف من الكيلومترات عن أقرب برّ رئيسيّ. إنّ بعض الجزر، كجزر اليونان التي تُعرف بالسيكلادِ في بحر إيجه، يوجد في مجموعات متقاربة تُدعى الأرخبيل.

إنّ الكثير من الجزر ليس سوى صخور جرداء يعيش عليها القليل من النباتات والحيوانات، وبعضها الآخر من أكثر الأماكن زحمة على الأرض. فطوكيو، إحدى أكبر مدن العالم، تقع على جزيرة هونشو في اليابان؛ وعلى جزيرة مانهاتن، ترتفع ناطحات سحاب نيويورك الشاهقة.

لقرون عدّة، كانت الجزر مراسي للسفن المسافرة؛ ونظراً لعزلتها وبُعدها، فإنّ الكثير من الجزر كانت أيضاً مواطن لبعض الحيوانات البرّية النادرة والساحرة في العالم.



الجزر القاريّة قبالة ساحل الصين: **تظهر هذه الصورة، المأخوذة من قمر صناعيّ، امتداد ساحل الصين الشرقيّ في مضيق تايوان (فورموزا) قرب مدينة فوتشو. إلى جانب مصبّ مين جيانغ، يبدو عدد كبير من الجزر والجزيرات التي ترتفع من القاعدة عينها التي ترتفع منها القارة الأسيويّة. وتفصل امتدادات مائيّة ضيّقة، وغالباً ضحلة، بين الجزر والبرّ الرئيسيّ. كان هذا النوع من الجزر يرتبط منذ زمن غير بعيد، بالتعبير الجيولوجيّ، بالبرّ الرئيسيّ، وذلك بفعل ظاهرة استوائيّة البحار أو الحركات التكتونيّة أو التضاغطيّة.**

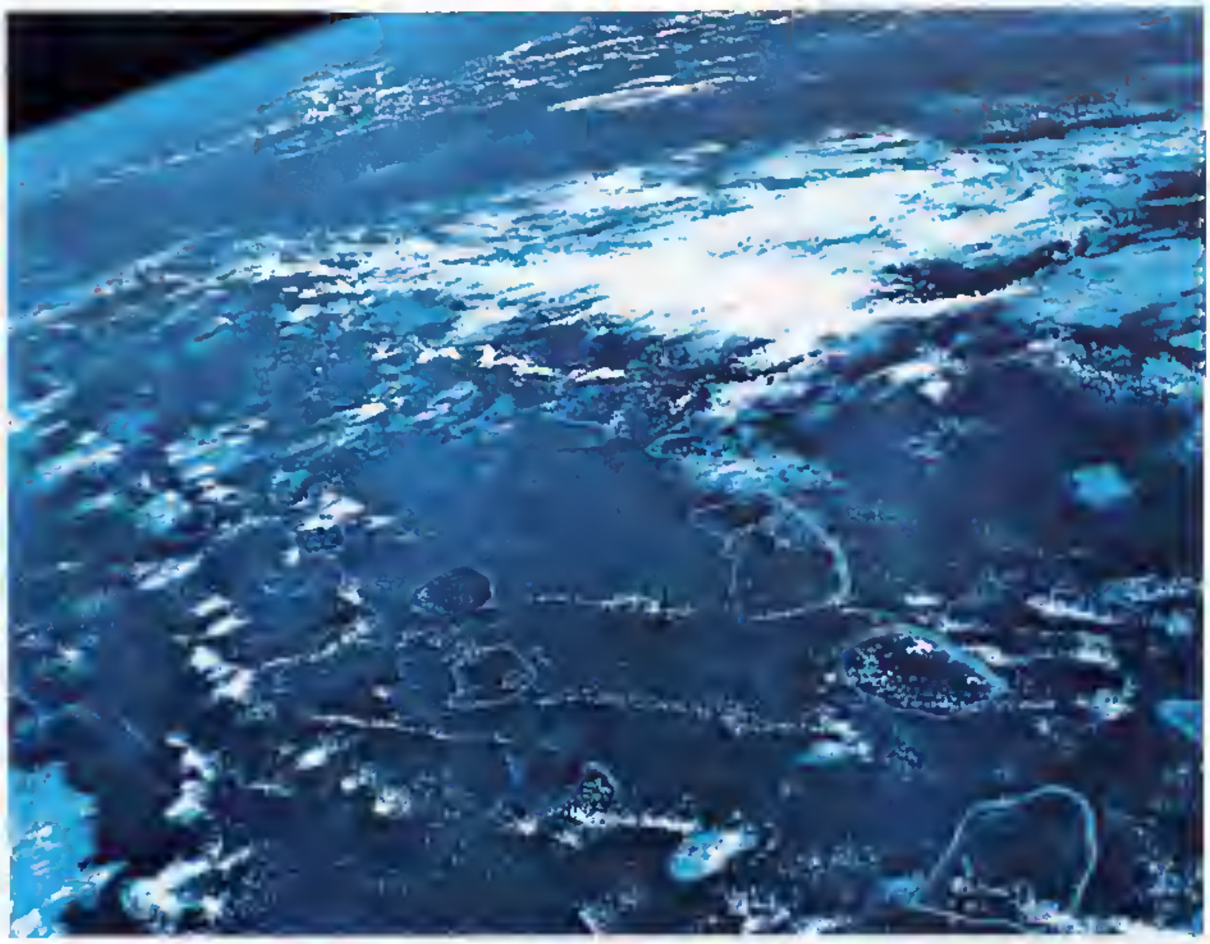


جزيرة بورا بورا (أعلاه)

تتمثل المعالم الطبيعية الرئيسية في بورا بورا، وهي جزيرة في أرخبيل السوسييتي اليولينيزي، في الصخور البركانية التي غيّرت شكلها عوامل الحت والتعرية، وأشجار النخيل والشُعَبْ المرجانية التي تتكسّر عليها أمواج الهادىء.

أرخبيل تواموتو (أدناه)

أخِذت هذه الصورة من ارتفاع ٢٥٠ كم تقريباً. نظراً إلى شكلها المميّز، نكتشف جزر هذا الأرخبيل اليولينيزي عن أصلها. إنها اتولات مؤلفة من شُعَبْ مرجانية دائرية أو اهليلجية تضم في وسطها بحيرة. من اليمين، يمكن تمييز بعضاً من الاتولات الأكبر حجماً: أباتاكي وتواو وفاكارافا التي تحمل بلدة رونوافا. ان البحيرة الداخلية، التي تبدو بلون المحيط نفسه، هي في الحقيقة ضحلة جداً (مئة متر كحد أقصى).



الأتولات أو الجزر المرجانية الحلقية

لطالما شكّلت العملية التي يتكوّن بها الاتول معضلة علمية مثيرة للإهتمام، زادتها تعقيداً الظروف الخاصة الضرورية لحياة الكائنات الحيّة التي تبنيها (حرارة ماء فوق ٢٠° مئوية، عمق عند القعر أقل من ٤٠ متراً، انغمار دائم، وماء صاف مرتفع الملوحة). إلاّ أنّه يبدو، اليوم، أن نظرية داروين كانت صحيحة في هذا المجال، على الأقل بشكل عام.

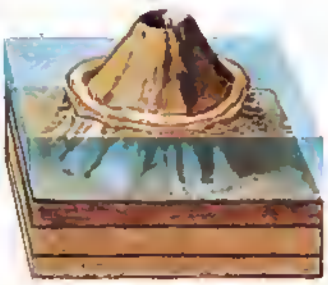
افترض داروين انخساف القاعدة الصخرية التي كانت قد تشكّلت فوقها المستعمرات المرجانية الأولى ومن ثم نمو هذه المستعمرات وارتفاعها إلى السطح، إذ لم تكن تستطيع العيش على هذا العمق المتزايد (انظر الرسوم إلى اليسار).



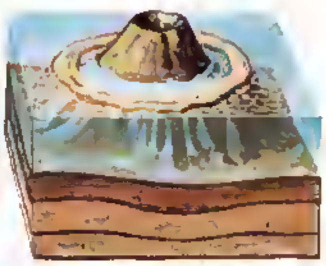
اتول في المالديف (المحيط الهندي)

تشكّل جزر المالديف ارخبيلاً طويلاً يمتد بين شط العرب والمحيط الهندي إلى الغرب من سري لانكا. هناك حوالى ٢٠٠٠ جزيرة وجزيرة تشكّلت من المرجان الطبيعي بعد غوص الرف تحت المائي تدريجياً (الانخساف). يحيط بمعظم الجزر شُعَبْ مرجانية حلقية الشكل، يغطّيه زبد الأمواج المتكسّرة.

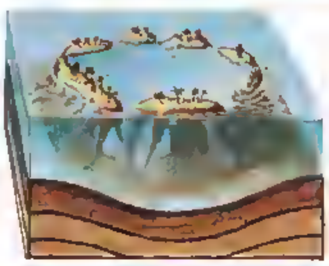
نشوء اتول



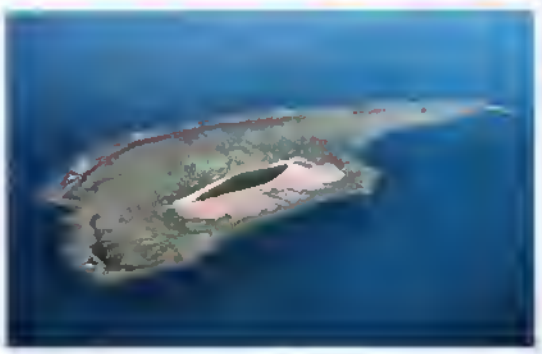
ينمو المرجان حول جزيرة بركانية تغوص تدريجياً.



تستمر الجزيرة في الغوص، فيما تنمو التكوينات المرجانية في اتجاه سطح البحر.



غمرت المياه الجزيرة بشكل كامل. تظهر نباتات على الشُعَبْ المرجانية.



جزيرة في كاليدونيا الجديدة

تضم كاليدونيا الجديدة (اوقيانيا الفرنسية) الجزيرة الرئيسية التي تعطي اسمها للمجموعة وعدداً لا يحصى من الجزيرات الصغيرة. يحيط عموماً شُعَبْ مرجانية بهذه الجزيرات الصغيرة، كما يظهر في الصورة. داخل الشُعَبْ، تبقى المياه هادئة وتتقدم بلطف فوق شاطىء ضيق من الرمل الشديد البياض.

أنواع الجزر

هناك أربعة أنواع رئيسيّة من الجزر: القاريّة Continental، المحيطيّة Oceanic، المرجانيّة Coral، والفاصلة Barrier.

الجزر القاريّة: كانت هذه الجزر متّصلة في ما مضى بإحدى القارّات، تكوّن بعضها عندما انفصلت قارّات الأرض المتنقلة.

يعتقد العلماء أنّه منذ ملايين السنين كان هناك قارّة كبيرة فقط. مع مرور الوقت، حطّمت حركات أديم الأرض البطيئة القارّة العملاقة إلى عدّة أجزاء التي بدأت بالتباعد. وعندما حصل الإنفصال، شطرت قطع كبيرة من الأرض على طول خطوط الإنفصال، وأصبحت هذه الأجزاء من الأرض جزراً. جرينلاند ومالاجاسي (مدغشقر) هما مثلان عن الجزر القاريّة التي تشكّلت بهذه الطريقة.

تكوّنت جزر قاريّة أخرى بسبب تغييرات في مستوى البحر. وفي أوج أحدث عصر جليديّ، منذ حوالى ١٨,٠٠٠ سنة خلت، غطّى الجليد أجزاء كبيرة من الأرض. كان الماء محجوزاً في أنهار الجليد، ومستوى البحر كان أدنى بكثير ممّا هو عليه اليوم. وعندما بدأت أنهار الجليد بالذوبان، ارتفع مستوى البحر، وغمر المحيط الكثير من المساحات المنخفضة، محدثة بذلك جزراً كالجزر البريطانيّة، التي كانت ذات مرّة جزءاً من البرّ الرئيسيّ الأوروبيّ.

الجزر المحيطيّة: تتشكّل نتيجة لثوران البراكين في قعر المحيط. فأثناء انفجار البراكين، تتكوّن طبقات من الحمم التي قد تخترق سطح الماء مع الوقت. عندما تظهر قمم البراكين فوق الماء، تكوّن جزراً كجزر هاواي. إنّ جزيرة سورتسي قد وُلِدت في العام ١٩٦٣ عندما قذف الثوران البركانيّ حمماً ساخنة وسط غيوم من البخار في المحيط جنوب إيسلاندا.

الجزر المرجانيّة: هي جزر منخفضة تشكّلت في مياه ساخنة عن طريق حيوانات بحريّة صغيرة جداً تدعى البوالب(١) المرجانيّة التي تقيم هياكل عظميّة خارجيّة صلبة؛ يُدعى بعض الجزر المرجانيّة جزراً منخفضة أو جزراً صغيرة منخفضة.

قد تُشكّل مجموعات البوالب حيوداً بحريّة ضخمة من حجر الكلس؛ وبعض الحيود المرجانيّة قد ينمو في طبقات كثيفة من نجد(٢) في قعر الماء، منشئاً بذلك جزراً منخفضة. إنّ جزر الباهاما التي تقع جنوب شرق فلوريدا، قد تكوّنت بهذه الطريقة.

نوع آخر من جزر المرجان هو الجزيرة المرجانيّة. فالجزيرة المرجانيّة هي حَيْدٌ بحريّ مرجانيّ يبدأ بإبراز حلقة حول جوانب الجزيرة البركانيّة. فعندما تغور الجزيرة البركانيّة ببطء أو تغرق إلى قعر المحيط، يستمرّ الحيْد البحريّ بالنموّ. لاحقاً، قد ترتفع أجزاء من الحيد البحريّ الدائريّ فوق سطح الماء كجزر مرجانيّة أو جزيْرات. توجد الجزر المرجانيّة بشكل خاصّ في المياه الإستوائيّة للمحيط الهادىء.

الجزر الفاصلة: هي جزر ضيّقة، وتقع موازية للسواحل. تتكوّن هذه الجزر من الرسابة(٣) كالرمل، الطميّ، والحصى؛ ويفصلها عن الشاطىء هور(٤) أو ممرّ مائيّ ضيّق. أُطلق عليها تسمية الجزر الفاصلة، لأنّه يوجد فيها كُثُب(٥) رمليّة تعمل كحواجز بين المحيط والبرّ الرئيسيّ. إنّ الكُثُب تحمي الشاطىء من مهاجمة أمواج ورياح العواصف المباشرة.

نشأ بعض الجزر الفاصلة من موادّ ترسّبت عن طريق أنهار عصر الجليد التي مع ذوبانها خلّفت وراءها كوماً من الصخور، والتربة والكتل الحجريّة التي حملتها معها. تدعى هذه الكوم من الفِلَذ الصخريّة ركامات ترابيّة(٦) Moraines. لقد أحيط هذا الركام المجروف بالماء، عند حصول الطوفان عبر الشواطىء بعد ذوبان أنهار الجليد. إنّ جزيرتيّ لونج أيلاند في نيويورك، ونانتاكت البعيدة عن شاطىء ولاية ماساشوستس، تشكّلتا من ركام مجروف جليديّ.

الحياة على الجزر

تعتمد أنواع النباتات والحيوانات التي تعيش على جزيرة ما، على كيفيّة تشكّل هذه الجزيرة وموقعها؛ فالجزر القاريّة لديها حيوانات برّيّة شبيهة بتلك التي في القارّات التي كانت متّصلة بها في ما مضى.

ومن ناحية أخرى، فإنّ الجزر المحيطيّة والمرجانيّة المعزولة تملك ثروة نباتيّة وحيوانيّة ربّما قد وردت إليها من أمكنة أخرى. لقد تكوّن كلّ من هذه الجزر بمفرده، غالباً في

(١) البولب: جنس حيوان بحريّ من المجوّفات، كحيوان المرجان.
(٢) نجد: سهل واسع مرتفع.
(٣) الرسابة: مادّة ترسّبها المياه أو الريح أو الأنهار الجليديّة.
(٤) هور: بحيرة تجري إليها المياه فتفيض وتتسع.
(٥) كثب: تلال من الرمال شكّلتها الرياح.
(٦) ركامات ترابيّة: ركام تراب وحجارة يجرفه نهر جليديّ.

حيْد في جزيرة مرجانيّة



وسط المحيط وعدّة كيلومترات بعيداً عن أيّ يابسة. تصل النباتات والحيوانات إلى هذه الجزر بعد سفرها مسافات طويلة عبر الماء.

قد يسافر بعض بذور النباتات من خلال انجرافه في المحيط، أو مع الريح، أو مع تيّارات الهواء ذات الرّياح العالية الإرتفاع، أو في الوحل على قدم عصفور أو في جوانحه.

وقد تجري مخلوقات أخرى إلى الجزر على كتل من النباتات العائمة والأغصان والتربة، وفي بعض الأحيان مع أشجار بقيت واقفة عليها، وتدعى هذه الطوّافات جزراً عائمة. كذلك، فإنّ السفن التي توزّع البضائع تجلب أنواعاً جديدة من النباتات والحيوانات كالأفاعي والجرذان إلى الجزر، وغالباً من دون قصد.

الحيوانات البرّية الفريدة على الجزر

بما أنّ النباتات والحيوانات على الجزر تعيش معزولة في أماكن محاطة ومحميّة بالماء، فإنّها أحياناً تتغيّر أو تتكيّف في طرق مختلفة، ولا تتعرّض إلى الكثير من الأمراض.

على جزر چالاپاچوس، تطوّرت سلاحف عملاقة من أسلاف أصغر على مدى ملايين السنوات. يعتقد العلماء أنّ السلاحف الأولى ربّما قد انتقلت إلى الجزر من قارّة أميركا الجنوبيّة على النباتات العائمة. شيئاً فشيئاً، بدأت الحيوانات تكبر في حجم جسمها، جزئيّاً لأنّه كان هناك القليل من الحيوانات المتنافسة على الأطعمة النباتيّة التي اقتاتت منها. اليوم، إنّ السلاحف هذه قد تزن حوالى ٢٧٢ كيلوغراماً وقد يبلغ طولها أكثر من متر. ونباتات دوّار الشمس على جزر چالاپاچوس كبرت تدريجيّاً أيضاً، لأنّه كان هناك القليل من الحشرات على الجزر التي تغذّت على الورود؛ مع الوقت، أصبحت نباتات دوّار الشمس بطول بعض الأشجار.

قد تحمي عزلة الكثير من الجزر بعض حيواناتها من الضواري، ومن مخاطر أخرى موجودة على البرّ الرئيسيّ، فإنّ أنسباء بعض الحيوانات التي انقرضت منذ زمن بعيد في معظم أنحاء العالم، لا تزال على قيد الحياة في الجزر.

إحدى أكثر المخلوقات استثنائيّة، اكتُشفت في العام ١٩١٣ على جزيرة كومودو في شمال غرب أستراليا. لقد استمرّت الإشاعات عن حيوانات مذهلة في كومودو عبر السنوات. وعندما وصل العلماء للإستقصاء، ذهلوا بشدّة لرؤية ما بدا كتنّين حيّ. كان المخلوق عظّاية هائلة الحجم أكثر من ثلاثة أمتار في الطول. سرعان ما اكتُشف الكثير من هذه الزحّافات الضخمة، بعضها حجمه كان حتّى أكبر. لقد اكتُشف أنّ هذه الزحّافات التي أُطلق عليها تسمية تنانين كومودو هي نسيبة لأقدم مجموعة عظّايات عرفها العالم، لقد حافظت عليها عزلة جزيرة كومودو.

الجزر والشعوب

كيفية اكتشاف أبعد جزر العالم واستيطانها، هي أكثر القصص سحراً في تاريخ الإنسانية. ففي المحيط الهادىء الواسع، تنثار متفرّقة من عدّة جزر صغيرة كجزر مركيز، جزيرة الفصح Easter Island وجزر هاواي، التي هي موزّعة على نحو واسع ومعزولة عن السواحل القاريّة. عندما بدأ الأوروبيّون استكشاف جزر المحيط الهادىء في القرن السادس عشر، وجدوا شعوباً قاطنة هناك. من أين أتى هؤلاء الناس؟

يعتقد العلماء أنّ أسلاف سكّان جزر المحيط الهادىء أتوا أساساً من جنوب شرق آسيا. لقد ابتدأ ذلك منذ حوالى ثلاثة آلاف إلى أربعة آلاف سنة، حيث انطلقت مجموعات من هؤلاء الناس في رحلات مدهشة شرقاً، عبر آلاف من الكيلومترات في المحيط، على متن زوارق طويلة خفيفة. على الرغم من إبحار هؤلاء من دون بوصلات، ولا سُدسيّات[7] Sextants، ولا خرائط، فقد اكتشفوا جزراً لم يعلموا بوجودها قطّ.

منذ أيّام المستكشفين الأوائل، كانت الجزر مهمّة كأماكن رسو، تستطيع السفن فيها أن تأخذ مؤونتها، ويتمكّن طاقمها أن يرتاح. في ما بعد، أصبحت الجزر جزءاً من طرقات المحيط التجاريّة، واصلةً بذلك مناطق متباعدة من العالم.

اليوم، يعيش الملايين من الناس على الجزر. وهناك الكثير من الجزر-الدول، من بينها اليابان، الفيليبين، نيوزيلاندا، كوبا، وإيسلاندا، بالإضافة إلى الجزر البريطانيّة.

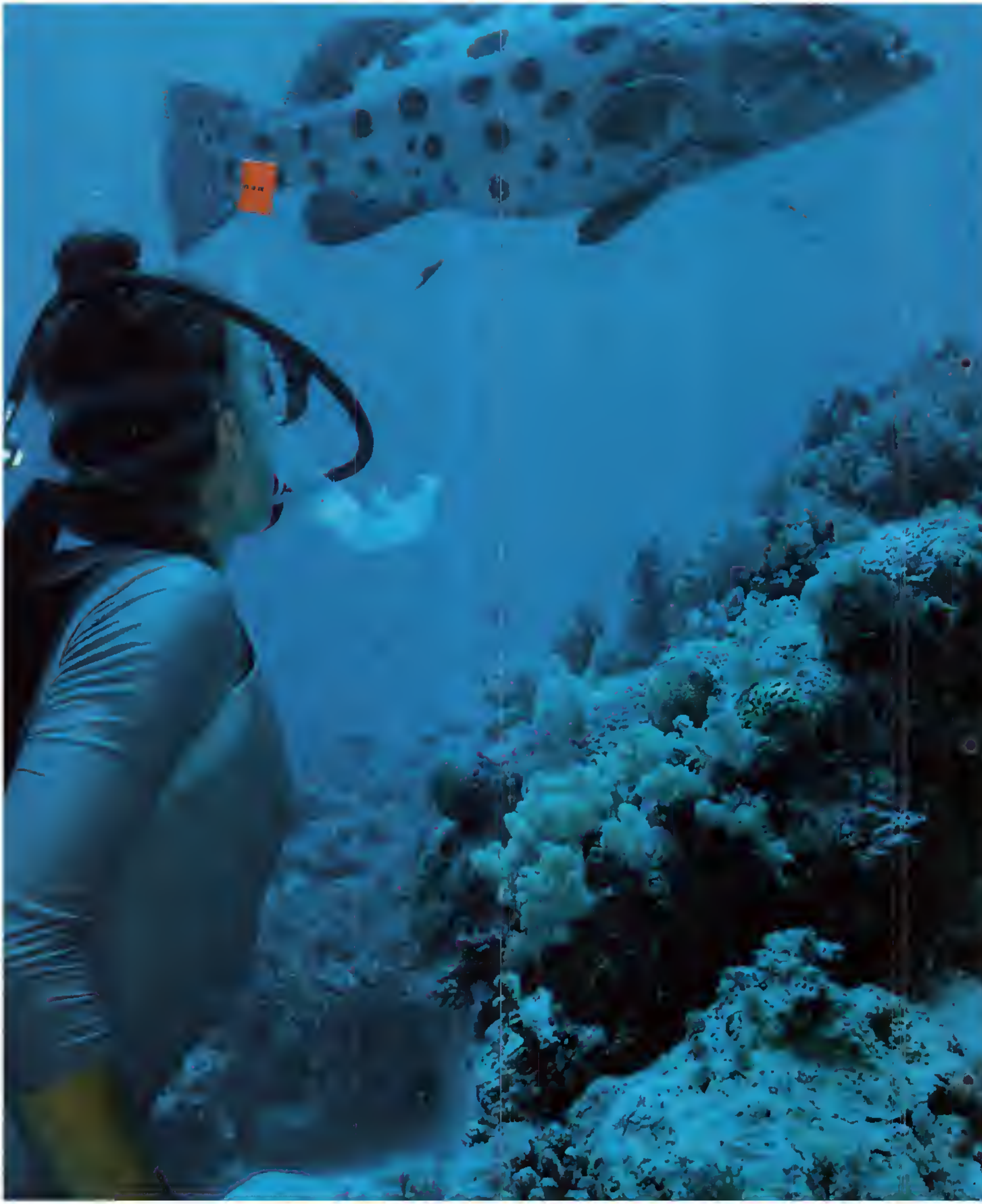
ويُعرف الكثير من الجزر كأماكن استجمام جميلة ومريحة، حيث يستطيع الناس أن يستمتعوا بالسباحة، وصيد السمك، والغوص تحت الماء، ونشاطات أخرى. بعض أشهر جزر الاستجمام موجود في البحر الكاريبي وجنوب المحيط الهادىء.

(٧) السدسيّة: آلة لقياس ارتفاع الأجرام السماويّة من سفينة أو طائرة متحرّكة.

الثروة السمكيّة في الحيود المرجانيّة



صورة من الحيد المرجانيّ الكبير



الشُّعَب المرجانيّة

(الحيد البحريّ المرجانيّ)

الشُّعَب المرجانيّة جزء مرتفع من قاع البحر في منطقة ضحلة نسبياً، ما يجعلها قريبةً من سطح الماء. تتكوّن الشُّعَب المرجانيّة من صخور ناتجة من تراكم الهياكل الخارجية الكلسية لحيوانات المرجان والطحالب الحمراء الكلسية والرخويّات. تبني حيوانات المرجان الحيّة الشعاب المرجانيّة، طبقة بعد طبقة، فوق هياكل الأجيال المرجانيّة التي سبقتها، فتنمو إلى الأعلى بسرعة ١ إلى ١٠٠ سم في السنة، مشكّلةً ارتفاعات متعدّدة الألوان، وهي من أجمل وأعقد التشكيلات الطبيعيّة في العالم.

تتشكّل الشعاب المرجانيّة في المناطق الإستوائيّة والمداريّة وتمتدّ حتى ٣٠ تقريباً إلى شمال خطّ الإستواء وجنوبه، وهي توجد فقط في المناطق التي لا تتعدّى فيها حرارة المياه السطحية ١٦° مئوية. أكبرها هو الحاجز المرجانيّ الكبير Great Barrier Reef، أمام الشاطىء الشماليّ الشرقيّ لأستراليا. يمتدّ في سلسلة متقطّعة لألفيّ كيلومتر.

كيف تتشكّل الشعاب المرجانيّة؟

الشعاب المرجانيّة منظومات بيئيّة، لها بنى محدَّدة تشمل نباتات تمارس التخليق الضوئيّ وكائنات مستهلكة. تتألف الطبقة الخارجيّة من الشُّعَب المرجانيّة من بوالب[1] Polyp مرجانيّة حيّة. لا يتعدّى حجم البولب ظفر إصبع الإنسان، وهو غالباً بحجم رأس دبّوس فقط؛ وله جسم بسيط أنبوبيّ الشكل مع مجسّات Tentacles على طرف واحد.

تعيش داخل الحيوانات المرجانيّة طحالب دائريّة مؤلّفة من خليّة واحدة تدعى الطحالب الصفراويّة. تحت البوالب وحولها، نجد هيكلاً كلسيّاً فيه أقسام حيّة وأخرى ميتة ويضمّ طحالب خضراء خيطيّة. تنمو أنواع أخرى من الطحالب، اللحيمة منها والكلسيّة، على سطح التراكمات المؤلّفة من الهياكل القديمة. تؤلّف هذه الطحالب وغيرها من النباتات المرافقة القسم الأكبر من المنتجين الإبتدائيين.

تنقل الطحالب الصفراويّة المخلّقة للضوء والطحالب الخضراء الخيطيّة بعضَ طاقة الطعام مباشرةً للبوالب المرجانيّة. وتقتات أيضاً الحيوانات المرجانيّة في الليل بالعوالق[2] Plankton الحيوانيّة التي تلتقطها بمجسّاتها المغطّاة بخلايا عاقصة. لا تصطاد الحيوانات المرجانيّة العلق الحيوانيّ لتأمين كميّة من السعرات الحراريّة بقدر ما تصطاده للحصول على موادّ مغذّية قليلة الوجود، وخصوصاً الفوسفور. عن طريق الهضم، تنقل الحيوانات المرجانيّة هذه الموادّ المغذّية إلى الطحالب.

ويظهر أنّ الحيوانات المرجانيّة والطحالب تتبادل هذه الموادّ المغذّية في ما بينها دوريّاً مخفّضة بذلك خسارة المادة الغذائية في الماء.

تقتات حيوانات بحريّة كثيرة بالطحالب، منها الأسماك العاشبة، مثل عروسة البحر الزاهية الألوان، وقنافذ البحر وخيار البحر والنجوم القَصِفة وعدد كبير من أنواع الرخويّات. تختبىء الحيوانات الضارية في كهوف الشعب المرجانيّة وصدوعها، ونذكر من هذه الحيوانات السلطعون الصغير والرّاس (سمك طويل شائك الزعانف) وانفليس الموراي والقرش. تشهد الشعاب، بكثرة المواطن الصغيرة فيها وإنتاجيّتها، حياة بحريّة شديدة التنوّع والاختلاف.

تبني أنواع مختلفة من المرجان تكوينات مختلفة الأشكال، بعضها كالأشجار أو الشجيرات المتشعّبة، وبعضها الآخر مثل قبب أو مراوح كبيرة أو حتّى قرون الغزلان. أجسام البوالب الحيّة ملوّنة بظلال مشرقة من الورديّ والأصفر والأزرق والأرجوانيّ والأخضر، وذلك يجعل الشُّعَب المرجانيّة تبدو مثل حديقة أزهار.

تنمو مستعمرات الشُّعَب المرجانيّة في مياه ضحلة فقط، وليس أعمق من ٤٦ متراً غالباً. وهي تحتاج مثل باقي النباتات إلى ضوء الشمس لتعيش، وهكذا فالبوالب المرجانيّة لن تنمو في مياه أعمق من أن يخترقها ضوء الشمس، لأنّ الطّحالب التي تحيا داخل البوالب تزدهر في مياه دافئة حرارتها ٢١° مئويّة. بالإضافة إلى المياه الدافئة، يحتاج المرجان مياهاً صافية شفّافة. قد تخنق المياه الموسوقة بالغرين (الطميّ) وسائر الرواسب، البوالبَ المرجانيّة الضعيفة.

ينشط الكثير من مخلوقات الشُّعَب، بما فيها بوالب المرجان نفسها، فقط في الليل. خلال النهار، ينغلق المرجان داخل هياكله للإختباء من حيوانات مفترسة مثل قنديل البحر.

أنواع الشعاب

هناك ثلاثة أنواع من الشعاب المرجانيّة: الشعاب الهدّابيّة Fringing reefs والشعاب الحاجزة Barrier reefs والجزر المرجانيّة Atolls.

تتشكّل الشعاب الهدّابيّة على طول حافّة شاطىء ما، وهي ملتصقة بالأرض. وتمتدّ خارجاً من الشاطىء مثل صَدَفة تحت سطح الماء تماماً.

أمّا الشعاب الحاجزة فمفصولة عن الشاطىء بـ«هور»[3] Lagoon. وهي تشكّل حاجزاً بين الأرض والبحر المفتوح. يشكّل بعض الشعاب الحاجزة، سلاسلَ من الشعاب الصغيرة مفصولة بممرّات مائيّة ضيّقة.

يتكوّن هذا النوع من الجزر المرجانيّة عندما تبني حلقة من المرجان على جوانب بركان تحبحريّ[4] يكون قد ارتفع فوق سطح المحيط. تحت عوامل التجوية والتعرية تدريجيّاً قمّة البركان؛ وتبدأ القمّة بالإنخساف أو الغرق إلى أرض المحيط. ينخسف البركان ببطء كاف ليبقى نموّ الشعاب المرجانيّة في السرعة نفسها على السطح، رغم أنّها تبني بضعة سنتيمترات كلّ عام. مع الوقت، تظهر أجزاء من الشُّعَب فوق سطح البحر مثل جزيرة حلقيّة الشكل أو سلسلة جزر صغيرة.

فيما تبني الشعاب الهدّابيّة والحاجزة على طول الشواطىء، تبطىء الأمواج السريعة والقويّة التي تتلاطم على الشاطىء. وتحمي الشعابُ اليابسةَ من التجوية والتعرية.

التقصير أو التبييض المرجانيّ

أصيبَت الشعاب المرجانيّة أخيراً بالتقصير، أي بفقدان اللون أو فقدان الطحالب الصفراويّة التكافليّة. في العامين ١٩٧٩ و١٩٨٠، وقعت حوادث تقصير عدّة في الشعاب المحيطة بأوكيناوا وجزيرة الفصح وشمال شرق أستراليا والبحر الكاريبي. وفي العامين ١٩٨٢ و١٩٨٣، انتشر التقصير على نطاق واسع في شعاب مقابلة لشاطىء أفريقيا الشرقيّ وأندونيسيا والشاطىء الغربيّ لأميركا الوسطى والجنوبيّة. وبين سنة ١٩٨٦ وسنة ١٩٨٨، وقعت حوادث فقدان للّون أوسع انتشاراً وأشدّ ضرراً في مناطق مثل تايوان وهاواي وفيجي وجزيرة مايوت وعلى كامل طول الحاجز المرجانيّ الكبير.

لا تزال أسباب وقوع حوادث فقدان اللون وانتشارها غير معروفة إلى الآن؛ وقد طاولت التخمينات التلوّث وارتفاع حرارة الأرض والأشعة فوق البنفسجيّة. ومع أنّه لم يثبت بشكل قاطع أنّ أيّاً من هذه الأمور قد تسبّب بالتقصير الذي أصاب الشعاب المرجانيّة، تشير الأبحاث التي أجريت أخيراً إلى أنّ السبب قد يعود إلى ارتفاع حرارة المياه على نحو غير عاديّ. تراوح الحرارة القصوى التي تسمح بنموّ المرجان بين ٢٦° و٢٧° مئويّة. وقد ثبت أنّ ارتفاع الحرارة فوق ٢٩° مئويّة يتسبّب بإجهاد المرجان ويمكن أن يزيد سرعة الطحالب الصفراويّة المتكافلة في تخليق الضوء، ما يخلق في النسيج المرجانيّ سموماً مؤلّفة من جزيئات كسريّة حرّة (مجامع ذرّات حرّة) فتقوم هذه البوالب المرجانيّة المجهَدة بطرد الطحالب الصفراويّة، ما يؤدّي إلى تقصيرها.

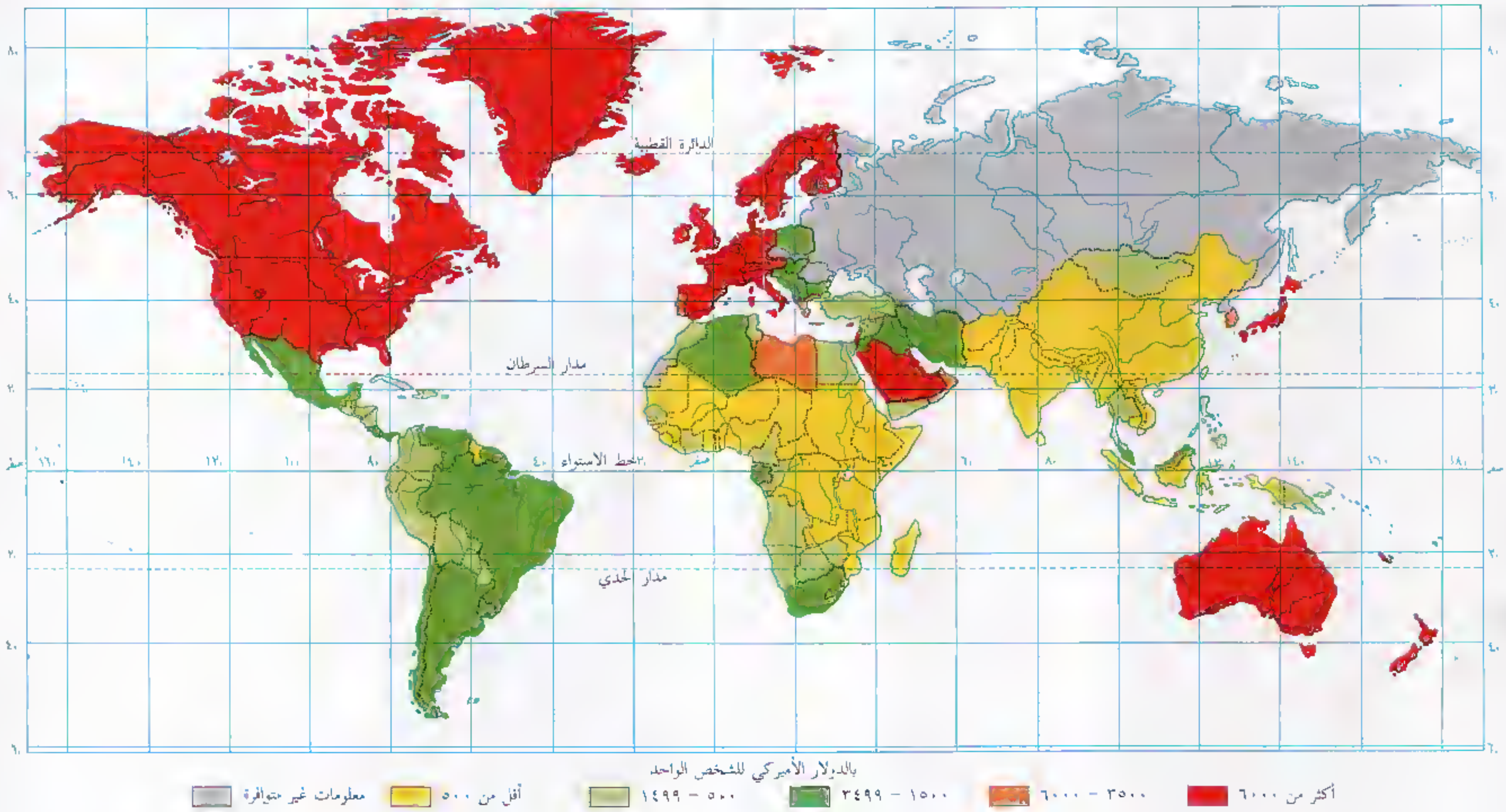
لا تعود الحيوانات المرجانيّة المصابة بالتقصير بسهولة إلى حالتها الطبيعيّة؛ قد يتطلّب شُعَب ما سنوات عدّة ليستعيد وضعه السويّ، وقد يصبح ذلك أمراً مستحيلاً إذا ما وقعت حوادث أخرى من فقدان اللون. من دون طحالبها الصفراويّة المتكافلة، تصبح الحيوانات المرجانيّة غير قادرة على ترسيب كربونات الكلسيوم لتشكيل الهيكل الذي يؤلّف أسس الشعاب المرجانيّة. قد تفقد الحيوانات المرجانيّة وكلّ أشكال الحياة الأخرى التي تعيش في الشعاب، مواطنها بسبب احداث التقصير وتعرّض البنية المؤلّفة من كربونات الكلسيوم للتآكل والزوال.

(١) البولب: جنس حيوان بحريّ من المجوّفات، كحيوان المرجان.

(٢) العوالق: حيوانات ونباتات صغيرة معلّقة في الماء.

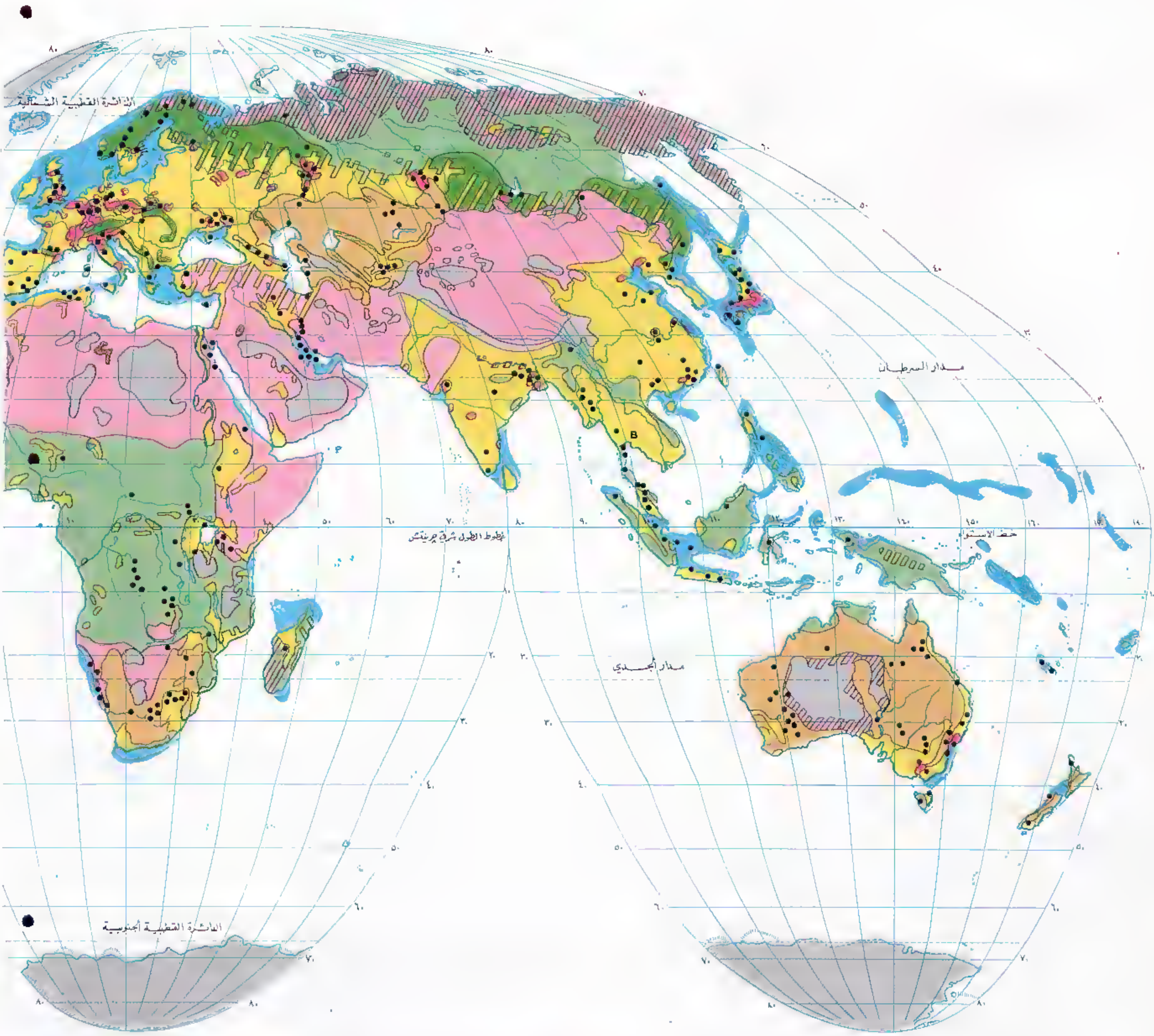
(٣) هور: بحيرة تجري إليها المياه فتفيض وتتسع.

الناتج القوميّ الإجماليّ



زراعة القطن

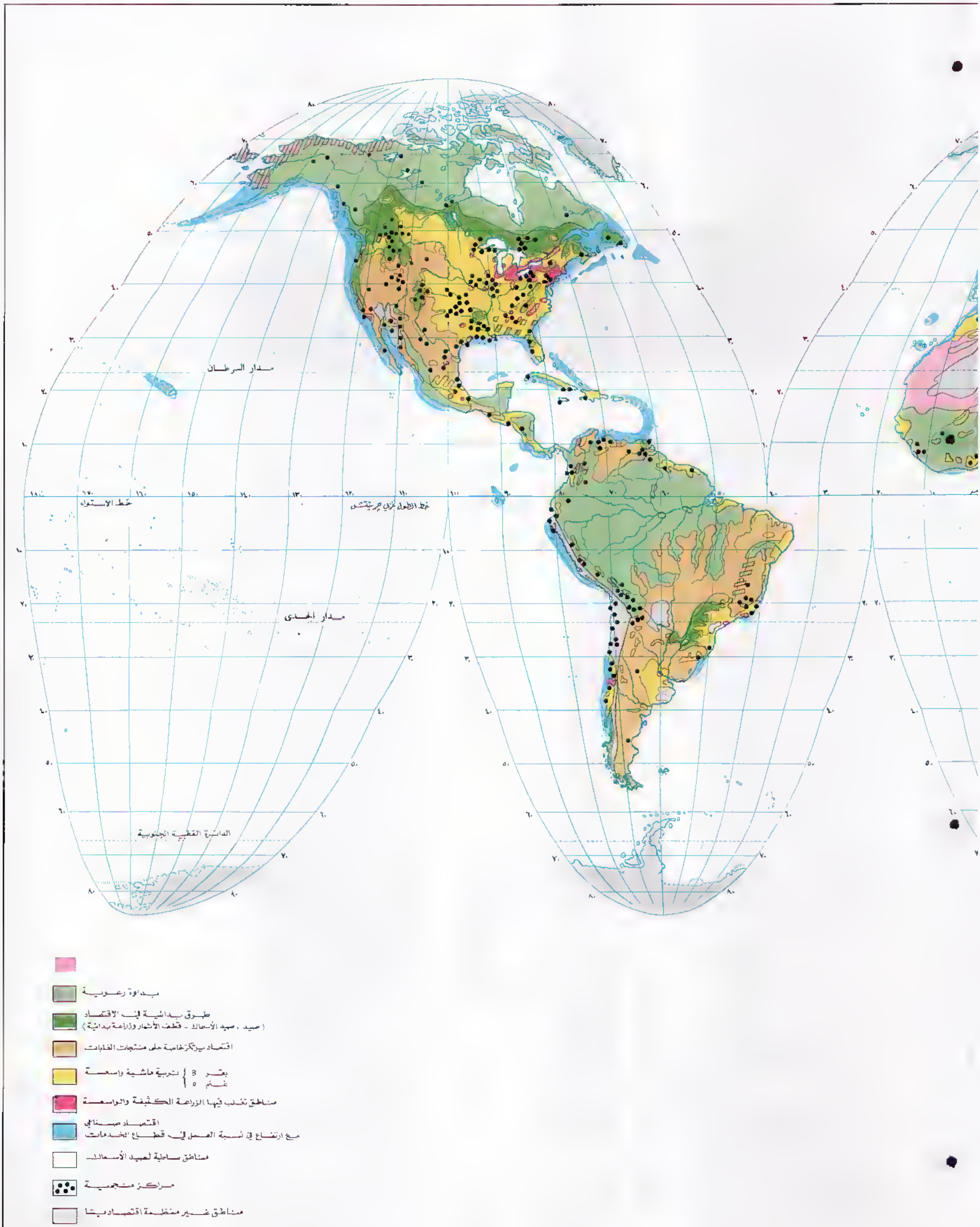




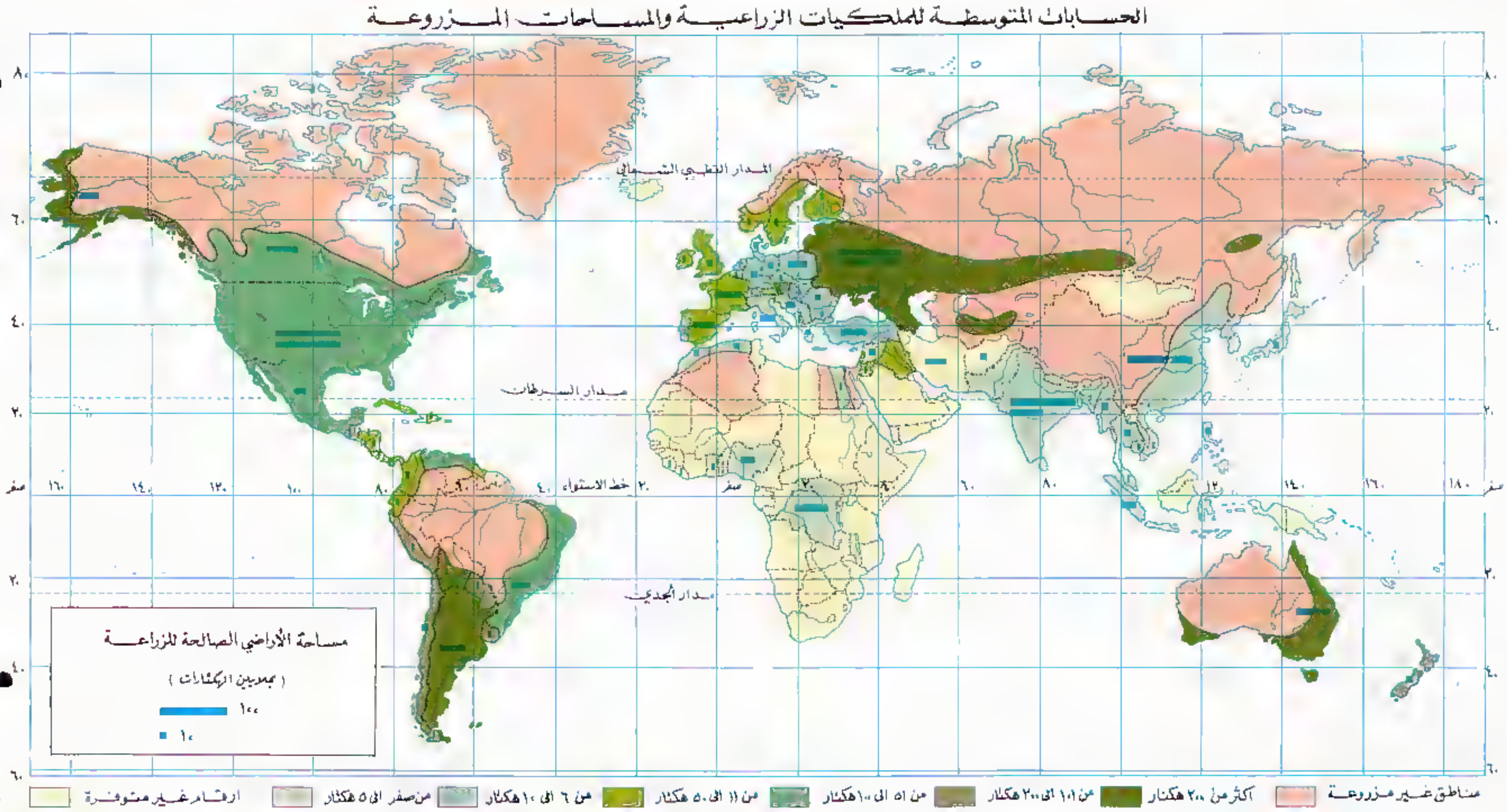


الأنشطة الاقتصادية

يقارن الرسم البياني، إلى اليسار، بين مختلف قطاعات النشاط الاقتصادي في أربع مناطق جغرافية تختلف من حيث مستوى المعيشة والبنية الاجتماعية والاقتصادية والسياسية. المناطق التي يتناولها الرسم البياني هي الهند والاتحاد السوفياتي السابق والمجموعة الاقتصادية الأوروبية والولايات المتحدة. يتضح من الرسم أن نسبة العاملين في الزراعة تنخفض مع ازدياد الازدهار الاقتصادي. عند طرفي الرسم، نجد الهند، حيث يعمل أكثر من نصف اليد العاملة في الزراعة، والولايات المتحدة، حيث نسبة العاملين في الزراعة ضئيلة جداً. تتبع هذه البلدان أنظمة زراعية مضادة تماماً. من جهة، تشغل زراعة الكفاف التقليدية، في الهند عدداً كبيراً من الناس وهي تتأثر إلى حد بعيد بالظروف الطبيعية (بالمناخ والتربة، بالدرجة الأولى)، وتتميز بمستوى منخفض جداً من الانتاجية. ومن جهة أخرى، تتميز الزراعة الحديثة في الولايات المتحدة بمكننة كثيفة وعائدات مرتفعة ويد عاملة محدودة. في القطاع الصناعي، نجد أعلى نسب من القوة العاملة في المستويات المتوسّطة (الاتحاد السوفياتي السابق والمجموعة الأوروبية)، بينما تبلغ الخدمات أعلى مستويات التطوّر في البلدان الأكثر تقدماً من الناحية الاقتصادية، حيث تتوافر التسهيلات والخدمات الحاضرية المتطوّرة بكثرة (التصحاح، التعليم، النقل).


مدار السرطان
خط الاستواء
خط الطول صفر جرينتش
مدار الجدى
الدائرة القطبية الجنوبية
بداوة رعوية
طرق بدائية في الاقتصاد
(صيد . صيد الأسماك - قطف الأثمار وزراعة بدائية)
اقتصاد يرتكز خاصة على منتجات الغابات
بقر B
غنم O
لتربية ماشية واسعة
مناطق تغلب فيها الزراعة الكثيفة والواسعة
اقتصاد صناعي
مع ارتفاع في نسبة العمل في قطاع الخدمات
مناطق ساحلية لصيد الأسماك
مراكز منجمية
مناطق غير منظمة اقتصاديا

الحسابات المتوسطة للملكيات الزراعية والمساحات المزروعة



إنّ المساحة الصالحة للزراعة تحتلّ ٥٢,٧٪ من اليابسة، بينما لا تشكّل المساحة المستغلّة فعلاً، إن زراعياً أو كمراعٍ سوى ٢٧,٨٪ من هذه الأراضي

الزراعة

الزراعة هي فنّ أو علم حراثة الأرض وإنماء المحاصيل وتربية المواشي. تؤمّن الزراعة معظم ما نقتات به، كما تؤمّن القطن والصوف وأشياء كثيرة أخرى، كزراعة الأشجار التي تمدّنا بالأخشاب للبناء والإنتاج الورقي.

قبل انتشار الزراعة، صرف الناس معظم وقتهم في البحث عن الطعام. فاصطادوا الحيوانات وجمعوا النباتات البرّيّة. ومنذ حوالى عشرة آلاف سنة، بدأ الناس يتعلّمون بالتدريج كيفيّة العناية بمحاصيل الحنطة والجذور، وبدأوا بالإستقرار ببطء في حياة مرتكزة على الزراعة.

عندما بدأ الإنسان بزراعة المحاصيل، بدأ بالمقابل بجمع القطعان وتربية الحيوانات البرّيّة، وهذا ما يسمّى بالتدجين، أي إخضاع الحيوانات والنباتات البرّيّة للحاجات البشريّة.

وكانت الكلاب أولى الحيوانات المدجنة والمستخدمة لأغراض الصيد. وربما، تمّ بعدها تدجين الخراف والماعز والبقر. وكانت هذه الحيوانات اصطيدت، من قبل، من أجل جلودها ولحومها. ويعتبر بعضها اليوم مصدراً للحليب والجبنة والزبدة. كذلك اكتشف الإنسان صلاحيّة استعمال الحيوانات المدجنة كالثيران للفلاحة، والجرّ والتنقّل.

ومكّنت الزراعة الإنسان من إنتاج الفائض الغذائيّ والإستفادة منه في أيّام الشحّ أو استبداله بسلع أخرى، الشيء الذي مكّن المزارعين من التفرّغ للأعمال الزراعيّة.

وأسهمت الزراعة في استقرار القبائل الرحل بالقرب من حقولها. وأدّت إلى قيام القرى التي وصلتها العلاقات التجاريّة بعضها ببعض. وازدهر الإقتصاد في بعض المناطق، فنمت المدن، وتطوّرت الحضارات، وقامت بذلك الحضارات الأولى المرتكزة على الزراعة المكثّفة، بالقرب من نهري الدجلة والفرات في بلاد ما بين النهرين، وعلى طول نهر النيل في مصر.

ومع تطوّر التقنيّة والمعرفة البشريّة على مدى آلاف السنين، تحسّنت الوسائل الزراعيّة. واستمرّ التقدّم الزراعيّ التقنيّ يسير ببطء لآلاف السنين. فكان المزارعون يستخدمون الوسائل اليدويّة في زراعة أراضيهم. ومع الوقت، تطوّرت أدوات الزراعة المصنوعة من العظام والحجارة والحديد.

وحوالى ٥٥٠٠ سنة قبل المسيح، طوّر المزارعون في بلاد ما بين النهرين في جنوب غرب آسيا، أنظمة ريّ بسيطة، قوامها جرّ المياه ضمن قنوات من الينابيع إلى الحقول. وتمكّنوا بذلك من الإستقرار في الأراضي الجافّة بعد استصلاحها. هذا، في بلاد ما بين النهرين وبعدها في مصر والصين، شجّع قيام وصيانة أنظمة الريّ المحسّنة والجديرة بالثقة على العمل الجماعيّ المشترك بشكل منظّم.

وربّما كان للتطوير التدريجيّ لأنواع النباتات أهميّة الريّ نفسها. فأنواع الحنطة الجديدة مثلاً، والتي عُرفت في جنوب غرب آسيا وفي مصر في حدود عام ٦٠٠٠ ق.م، كانت أصلب من سابقاتها. كما تميّزت بسهولة انتزاع قشرتها الخارجيّة وتحويل دقيقها إلى خبز. وتمكّن الناس من زرع هذه الحبوب في الحقول المرويّة.

بعدها ببضعة آلاف سنة، تبنّى الرومان أفضل الوسائل الزراعيّة المقتبسة من الشعوب المحتلّة. فجاؤوا بأنواع مختلفة من حبوب الحنطة من جنوب غرب آسيا وشمال أفريقيا إلى روما، وتمكّنوا من تكييفها مع أرضهم، وتركوا مخطوطات سجّلوا فيها ملاحظاتهم عن طرق الزراعة.

وخلال القرون الوسطى، جيء بحصان الجرّ إلى أوروبا الشماليّة. كانت قدرة جرّه في البداية دون قدرة الثيران، لكنّ النوع المبتكر لعدّة الركوب الصينيّة التصميم، ضاعف من قدرة عمل الحصان حوالى أربع مرّات. وهكذا استبدل الثور بالحصان كحيوان للجرّ في عدّة دول أوروبيّة.

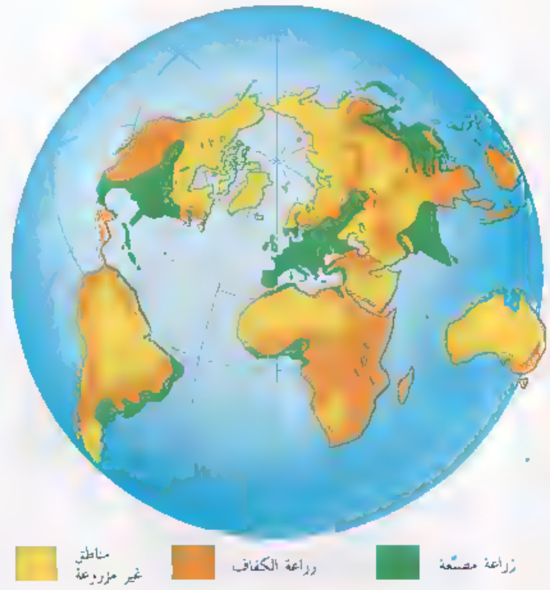
واتّبع عدد من مزارعي القرون الوسطى نظام الحقل المفتوح القاضي بتبديل الزراعة في الحقول، وذلك بزرع حقل في الربيع وآخر في الخريف، وترك حقل غير مزروع. وهذا النظام يضمن استبقاء الغذاء في التربة ويزيد من إنتاج المحاصيل.

وخلال القرنين الخامس عشر والسادس عشر، أدخل الروّاد أنواعاً جديدة من النباتات والمنتوجات الزراعيّة إلى أوروبا، فجاؤوا بالقهوة والشاي وشجرة النيلة – وهي شجرة تعطي صبغة زرقاء – من آسيا، وأخذوا من القارّة الأميركيّة نباتات كالبطاطا والبندورة والذرة والفاصوليا والفستق والتبغ. واعتُبر بعضها سلعاً رئيسيّة زيدت إلى أنواع الغذاء في عدّة مناطق أوروبيّة.

القرنان الثامن عشر والتاسع عشر

حقبة هامّة من التقدّم الزراعيّ بدأت في مطلع القرن الثامن عشر في بريطانيا العظمى والبلدان المنخفضة، المعروفة اليوم ببلجيكا ولوكسامبورج وهولندا (الأراضي المنخفضة)، واستمرّت لأكثر من قرن. ومع الوقت ساهمت الإختراعات الزراعيّة في أوروبا والولايات المتحدة وكندا وغيرها من الدول في زيادة الإنتاج الغذائيّ بشكل ملفت. واعتُبرت نثّارة الحبّ التي ابتكرها جيثرو تال Jethro Tull حوالى العام ١٧٠١، في إنجلترا، وأُدخل عليها التحسينات، أحد أهمّ تلك الإختراعات. فهذه الآلة تمكّنت من حفر الأثلام ونثر الحبوب، مختصرة بذلك وقت المزارعين الذين كانوا ما يزالون حتى ذلك الوقت ينثرون الحبوب بأيديهم. وانتشر استعمال هذه الآلة في نهاية القرن الثامن عشر بشكل واسع. ومع ذلك، بقي معظم المناطق العالميّة، غير متأثّر بهذه الإختراعات، يمارس الوسائل الزراعيّة القديمة.

وظهرت عدّة آلات في الولايات المتحدة الأميركيّة. فقطّافة القطن التي اخترعها إيلي ويتني Eli Whitney العام ١٧٩٣، خفّضت من الوقت المطلوب لفصل ألياف القطن عن الحبوب. وفي حقبة الثلاثينات للقرن التاسع عشر، ساعدت الحصّادة التي اخترعها سيرس ماك كورميك Cyrus Mc Cormick والتي اعتبرت آنذاك تطوّراً ضخماً لآلات الحصاد، على تحديث طريقة قطع الحنطة. وفي الوقت نفسه تقريباً، اخترع جون وهيرام يتس John وHiram Pitts درّاسة الحنطة المزوّدة بالقدرة الميكانيكيّة، والتي اختصرت الطريقة المملّة في فصل الحبوب والبذور عن العصافة والقشّ. ومكّن المحرّات



الأرض المزروعة: لا تشكّل الأرض المزروعة سوى عُشْر اليابسة. وتحتلّ القسمَ الأكبر من الأراضي الباقية قلنسوتا الجليد والصحاري والغابات والجبال والمراعي والمناطق المدينيّة بطرقاتها ومصانعها. لا تتوزّع الأراضي المرويّة بشكل متساو بين مختلف القارات. في المناطق المعتدلة، تسهّل التربة والمناخ عمليّة الزّرع، ويسمحان بزراعة أنواع كثيرة من المحاصيل وتربية ضروب منوّعة من الحيوانات الزراعيّة، بينما يقتصر الزّرع في المناطق الإستوائيّة والمداريّة على بعض الحبوب مثل الأرزّ والذرة وعلى المنتجات المتخصّصة مثل الشاي والبن والكاكاو وقصب السكّر والفواكه الإستوائيّة.

الفولاذيّ الذي أدخله جون ديري John Deere، عام ١٨٣٧، من العمل في تربة المروج الغربيّة الوسطى الصلبة بقدرة حصانيّة أقلّ. ذلك أنّ المحراث صمّم خصيصاً لتجنّب الإلتصاق بالتربة السوداء الثقيلة.

وتبنّت الدول الأوروبيّة خلال القرن التاسع عشر الطرق الدوريّة في جني المحاصيل، والمستحدثة في أوائل القرن الثامن عشر في البلاد المنخفضة وإنجلترا، والتي اعتبرت في حينها وسائل في غاية النجاح، كنظام الحقول الأربعة في نورفوك Norfolk والمطوّر في إنجلترا. ويقضي هذا النظام بزرع عدّة محاصيل على مدار السنة، بما فيها الحنطة واللفت والشعير والبرسيم والزؤان، ما يزيد من غذاء التربة ويمكّن المزارعين من زراعة المحصول الكافي للبيع بدون ترك أراض بور.

تطوّرات القرن العشرين

في نهاية الخمسينات من القرن العشرين، كانت أكثريّة الفلّاحين في الدول المتقدّمة تستخدم البنزين والكهرباء لتسيير الآلات الزراعيّة. واستُبدلت حيوانات الفلاحة بالجرّارات والآلات المسيّرة بالبخار. واستعمل المزارعون آلة خاصّة لكلّ مرحلة من مراحل الفلاحة.

وأصبحت الكهرباء مصدراً للطاقة في مزارع اليابان وألمانيا في أوائل القرن العشرين. ففي حدود العام ١٩٦٠، أصبح معظم مزارع الولايات المتحدة الأميركيّة مزوّداً بالكهرباء. فأضيئت مباني المزارع وزوّدت الآلات بالطاقة، كمضخّات المياه وآلات استدرار الحليب ومعدّات التلقيم. وتستأثر الكهرباء اليوم بالمحيط البيئيّ للاهراءات والمواشي وبيوت الدجاج، كما تدير حاسبات المزارع الآليّة.

وكان المزارعون يعتمدون الطرق التقليديّة في مكافحة الأمراض والأوبئة الزراعيّة، كرشّ محاصيلهم بالسموم المستخرجة من الحشائش، وتنقية الحشرات بأيديهم.

أمّا اليوم، فتعتمد أكثريّة المزارعين، وخصوصاً في الدول المتقدّمة، على الكيميائيّات للحدّ من الأوبئة التي تتراوح بين الحشرات والحيوانات الضارّة كالأرانب والفئران، إلى جانب الحشائش السامّة والأمراض العضويّة والجراثيم والفيروسات والفطريّات. ورغم أنّ هذه الوسائل الحديثة قد أثبتت فعاليّتها في تدنّي خسارة المحاصيل بشكل ملفت، إلّا أنّ الإعتماد الكلّي على الكيميائيّات أفسد البيئة بقضائه على الحيوانات النافعة والضارّة على حدّ سواء، عدا عن تعريضه صحّة الإنسان للخطر بتلويثه مصادر المياه.

ورغبةً في تصحيح الخطأ، يفتّش العلماء اليوم عن كيميائيّات زراعيّة أقلّ خطورة ووسائل طبيعيّة لمكافحة الحشرات، هذه الوسائل التي بدأ المزارعون باعتمادها بالفعل والتقليل من استعمال الكيميائيّات.

لآلاف السنين، اعتمد المزارعون على الموادّ الطبيعيّة كالأسمدة العضويّة والرماد والعظام المسحوقة وأجزاء الأسماك وبراز الطيور المسمّى بالجوانو[١] Guano لتغذية التربة وسدّ حاجاتها.

وفي أوائل القرن التاسع عشر، اكتشف العلماء الموادّ الأساسيّة لنموّ النباتات، وهي النيتروجين والفوسفور والبوتاسيوم، وبعدها تمّ تصنيع الأسمدة المحتوية على تلك الموادّ في الولايات المتحدة وأوروبا؛ وتعتمد هذه الأسمدة حاليّاً من قِبَل عدد كبير من المزارعين لأنّها تؤمّن زيادة المحاصيل، ولأنّ الأسمدة والمخصّبات العضويّة لم تعد متوفّرة بكميّات كافية.

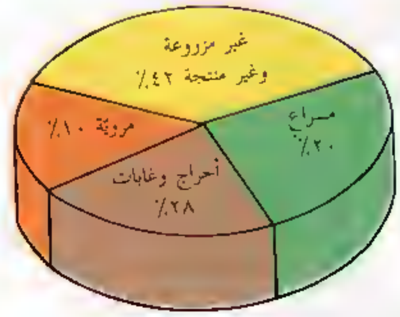
(١) الجوانو: سماد طبيعيّ من ذرق الطيور البحريّة.

فلاحة بدائيّة في حقل بطاطا قرب بهير دار في أثيوبيا





الخيول الضخمة تفلح الأرض في وينكانتون في إنجلترا



استعمال الأرض: **يظهر الرسم البيانيّ الوضع الحاليّ لاستعمال الأرض، وهو نتيجة تغيير الإنسان لمحيطه؛ على سبيل المثال، إنّ الغابات التي كانت تغطّي نصف سطح الأرض تقريباً، قد أبيدت في معظمها لتستعمل أرضها في الزراعة. والواقع أنّ هذه النسب تظهر وجود لاتوازن خطير: يتشكّل معظم الأراضي غير المزروعة وغير المنتجة من أراض صحراوية تزداد بفعل انحسار المراعي (ظاهرة التصحر).**

التقنيـة الزراعيّة

مع التعمّق في دراسة السمات التي يرثها الكائن الحيّ وكيفيّة انتقالها بشكل علميّ، تمكّن العلماء من انتقاء الخصائص المطلوب إعادة إنتاجها، بغية تحسين أنواع النبات والحيوان؛ فالتقنيّة الحديثة أحدثت ثورة في عمليّة الإستيلاد الموجّه (تحسين النسل)، فالمستولدون استعملوا مثلاً التلقيح الصناعيّ لإنتاج الأبقار الحلوب والتي تدرّ كميّات أكثر من الحليب.

ومع بداية السبعينات، وجد العلماء أنّ بإمكانهم إعادة ترتيب المورّثات في الخلايا وإضافة مورّثات جديدة لتعزيز إنتاج المحاصيل والمواشي وتحصينها ضدّ الأمراض، ونسمّي هذه العمليّة بهندسة علم الوراثة Genetic engineering، وهي تستعين مثلاً بمورّثة جديدة لتطعيم الفراولة (الفريز) بقصد زيادة مناعتها ضدّ الصقيع، وبالتالي تمديد فصل إنتاجها.

كما أنّ تطوير لقاحات المواشي، إضافة إلى العلف المغذّي، أدّى إلى اختصار التكاليف والعناية العلميّة بالدواجن، وهذا يظهر بوضوح في تفوّق الحيوانات المعاصرة على أسلافها في النموّ والإنتاج. فالدجاجة البيّاضة تُنتج حوالى ٢٥٠ بيضة في السنة، بينما سجّلت التقارير أنّ مثيلاتها في حدود الخمسينات أنتجت من ٥٠ إلى ١٥٠ بيضة سنويّاً.

وتشمل الزراعة أنواعاً جديدة من التعهّد الزراعيّ كالإستنبات المائيّ Hydro Culture والرعاية المائيّة Aqua Culture، وكلاهما يعتمد على الإنتاج المائيّ. فالإستنبات المائيّ هو زراعة النبات في محلول مائيّ مغذّ؛ يكفي ٠،٤ هكتار من هذا المحلول لإنتاج كميّة من الحنطة أكثر بخمسين مرّة من مثيلتها المزروعة في التربة العاديّة.

أمّا الرعاية المائيّة فهي مبدئيّاً تربية الأسماك والأصداف، والتي اعتمدتها مصر والصين والهند منذ آلاف السنين، وتُمارس اليوم في البرك الإصطناعيّة والبحيرات والمحيطات وغيرها من المستوجدات المائية في العالم. واتّخذ بعض أشكال هذه الزراعة طابعاً صناعيّاً هامّاً، كتربية القريدس في عدّة بلدان آسيويّة، وفي أميركا اللاتينيّة وجنوب الولايات المتحدة الأميركيّة.

الثروة الخضراء

خلال الخمسينات والستينات، طوّر العلماء سلالات جديدة من القمح والأرزّ الكثير الإنتاج، وأدخلوها إلى المكسيك وأجزاء من آسيا، ما رفع من مستوى إنتاج هذه المناطق. وتمكّنت الدول المنتجة للحبوب بكثافة كالهند وأندونيسيا والفيليبين، من تكديس الفائض منها في معظم السنوات. وسمّيت هذه التجربة بالثروة الخضراء.

ورافق نجاح الثروة الخضراء مشاكل غير مرتقبة. فإنتاج سلالة الحبوب المعطاء العجائبيّة يتطلّب الريّ والمخصّبات الكيميائيّة ومضادّات الأوبئة، ما أثقل كاهل صغار المزارعين ممّن تبنّوا التقنيّة الحديثة وأبعدهم عن المضاربة مع المزارعين الأثرياء. فانتهى بهم الأمر إلى خسارة أرضهم.

الزراعة في الدول النامية

يعيش معظم المزارعين في الدول النامية كأفريقيا وآسيا وأميركا اللاتينيّة، ويحرثون أراضيهم كما فعل أسلافهم قبل مئات أو آلاف السنين. فمعظمهم عاجز عن تحمّل نفقات التكنولوجيا التي تؤمّن زيادة محاصيلهم. فتربتهم في معظم الأحيان تُجرف أو تستنفد. ولا يملكون غير سواعدهم وحيواناتهم. ويعتمدون على الأمطار والفيضانات أو كلاهما معاً، ما يؤدّي إلى تدنّي إنتاجهم الفرديّ بالنسبة لإنتاج المزارعين المستفيدين من التقنيّة الحديثة. وهذه الفئة من المزارعين تعمل فقط لسدّ حاجاتها الشخصيّة وسدّ رمق عائلاتها عكس المزارعين التجّار الذين يستغلّون المحاصيل للمردود الماديّ.

أساليب مختلفة في الحراثة

تختلف أساليب الحراثة بشكل واسع باختلاف المناطق في العالم لأسباب تتعلّق بالمناخ والتربة والتقاليد والتقنيّة المتوفّرة. ففي شاطىء غرب أفريقيا، يزرع المزارعون، وهم عادة من النساء، الذرة مباشرة بعد هطول الأمطار الأولى للموسم الزراعيّ؛ وعادة يتبعون الطريقة القديمة المسمّاة بـ «اقطع واحرق»، والقاضية بأن تقطع المزارعة أولاً جميع الأجمات في أرضها، ثمّ تشعل فيها النيران بعد جفافها. فالحرارة الناجمة عن الحريق تسهل

حراثة التربة، كما أنّ النباتات المحروقة تتحوّل فيها إلى مخصّبات. وتتولّى المزارعة بعدها نثر الذرة المخزّنة من محصول العام الفائت. وبين أثلام الذرة، تزرع أنواعاً من المحاصيل المطلوبة من الحبوب كاللوبيا، والجذور كالبطاطا الحلوة والمنيهوت[٢]، وتسمّى هذه الطريقة في الزراعة بطريقة تعدّد المحاصيل Interropping. فتغطية الأرض بالخضار تؤمّن اختزان الرطوبة والحؤول دون جرف الأمطار الموسميّة للتربة.

تؤمّن الأمطار المياه للنباتات المزروعة، وتتخلّص المزارعة من الأعشاب الضارّة بواسطة المجرفة. وفي موسم الحصاد، تقطف مع عائلتها أكواز الذرة، وتنزع قشرتها الخارجية، وتتركها لتجفّ تحت أشعّة الشمس. بعدها تتولّى جرشها لتحوّلها إلى عصيدة للأكل. أمّا معدّل محصول الذرة فيقدّر بـ ١،٣ طن للهكتار الواحد.

أمّا الطرق الزراعيّة المتّبعة ضمن حزام الذرة[٣] Corn Belt في الولايات المتحدة الأميركيّة، فمختلفة. فبعد قطاف الذرة مباشرة في الخريف، يطمر مزارعو ولاية أيووا بقايا النبات أو الجذامة[٤] في التربة. وفي الربيع، يحرثون الأرض ثانية، مستعملين آلات مجهّزة بمجاذيف أو أقراص فولاذيّة حادّة الأطراف تُدعى الأقراص الممهّدة، وهي تغرز في التربة وتقطعها إلى أجزاء صغيرة لتزوّدها بالهواء؛ بعدها، يأتي الجرّار ليذري الحبوب بواسطة النثّارة الجرّارة التي تحفر الأثلام وتملأها ببذور الذرة العالية الإنتاج، ثمّ تغطّيها بالتربة. وعندما تنبت البذور، تتولّى آلة أخرى حقن التربة بالمخصّبات. بعدها يأتي دور المزارع، فيقتلع الأعشاب الضارّة بواسطة محراث الجرّار، وذلك خلال الموسم الزراعي.

ويتمكّن مزارع ولاية أيووا من زراعة حوالى ٤٠ هكتاراً من الذرة وحدها. وتسمّى هذه الزراعة بالزراعة الأحاديّة، أي مزاولة زراعة الصنف الواحد. ويستعمل المزارع في الحصاد، الحصّادة الآليّة التي تلتقط أكواز الذرة، وتنزع حبّاتها وتفرغها داخل مخزن خاصّ. أمّا معدّل الحصاد فيقدّر بحوالى ثمانية أطنان لكلّ هكتار. أمّا معدّل جني الحصاد في الساعة الواحدة فيقدّر بـ ١،٦ هكتار، ويُستعمل معظم حبوب الذرة لإطعام المواشي والدواجن.

اختلاف العناية العلميّة بالحيوانات

تُعتبر الحيوانات الداجنة في أكثرية دول العالم مصدراً هامّاً للطعام. لكنّ العناية بها تختلف من دولة إلى أخرى. فبلايين الحيوانات الداجنة من الألبكة[٥] Alpacus في البيرو، إلى الدرباني[٦] Zebus في الهند، تنشأ وترعى بأشكال مختلفة. ففي نيجيريا مثلاً، تحتكر قبيلة فولاني Fulani ٨٠٪ من القطعان. وهي قبيلة رعاة رُحّل تنتقل من مرعى إلى آخر، وتغذّي قطعانها بالحشائش والشجيرات الخفيضة في الأراضي البور. وتعتمد القبيلة على حليب القطعان كقوتها الأساسي، ونادراً ما تذبح حيواناتها من أجل لحومها.

أمّا في الولايات المتحدة، فتستولد قطعان البقر لتنمو بسرعة، وتعطي كمّيات من اللحوم. فعندما يبلغ عمرها بين الخمسة أشهر والإثني عشر شهراً، تُنقل إلى المراعي وتُستبقى في الحظائر حيث تتمّ تغذيتها بالحبوب وإضافات الڤيتامينات حتى تبلغ الحجم المطلوب للتسويق.

يقتني معظم العائلات في العالم الدجاج لتزويد أفرادها بالبيض واللحوم، وتفتّش الطيور عن طعامها في أفنية المزارع وخلف الأبنية. وتقتات بما تلقاه من الحبوب والحشرات وفتات الطعام المنزلي والفائض من حبوب الحنطة.

أمّا تربية الدواجن في الدول المتقدّمة، فتُعتبر اليوم أحد أهمّ النشاطات الزراعيّة، فيربّى الدجاج من أجل بيضه ولحومه. ويمكن لبيت الدجاج الواحد استيعاب أكثر من مليون طائر. وتتولّى الآلات عادة تأمين الطعام والشراب وجمع البيض وإزالة الفضلات بطريقة آليّة.

مستقبل الزراعة

يعتقد الخبراء أنّ عدد سكّان العالم سيتضاعف من خمسة إلى عشرة مليارات في حقبة الخمسين إلى الستين سنة المقبلة. لذلك يتحتّم على الإنتاج الغذائي أن يجاري سرعة النموّ السكّاني، وهذا تحدٍّ هائل. لكنّ الخبراء مقتنعون بإمكانية مواجهته.

منذ العام ١٩٤٥، بدأت مشكلة المجاعة تتفاقم بسبب التفاوت في توزيع المخزون الغذائي العالمي، وليس بسبب نقص الغذاء. فالتوازن بين المعدّل السكاني والأراضي المنتجة يميل لصالح بعض الدول أكثر من غيرها. فهذا التوازن مثلاً مؤمّن في الولايات المتّحدة الأميركيّة أكثر منه في الهند أو غيرها من الدول النامية. ويعتقد الخبراء أنّ سياسة الحكومات في الدول المتقدّمة والنامية على السواء، مسؤولة عن إعاقة تحقيق المساواة في التوزيع الغذائي، هذا إلى جانب المعوقات الطبيعيّة كالجفاف والفيضانات وغيرها من الكوارث التي تسبّب النقص المحلّي في الإنتاج الغذائي.

ويعتقد الخبراء أنّ حوالى ٥٨٠ مليون شخص، أي ما يوازي ١٠٪ تقريباً من سكّان الأرض يعانون الفقر والمجاعة بسبب النقص الخطير في التغذية. ومن المؤسف أنّ التزايد السكّاني المفترض خلال الخمسين سنة المقبلة سيحصل في الدول الفقيرة بالذات حيث تتفاقم المجاعة فيها اليوم بشكل خطير.

إنّ المساعدات الغذائيّة التي تقدّمها الدول الغنيّة لن تحلّ مشكلة المجاعة في العالم. فالدول الفقيرة لا تملك المال لشراء الطعام الكافي، ولا ترغب في الإعتماد على الهبات الدولية إلى الأبد، ذلك أنّ الهبات الدائمة تُثنيها عن محاولة تطوير برنامجها الزراعيّ الخاصّ. وفي رأي الخبراء أنّ



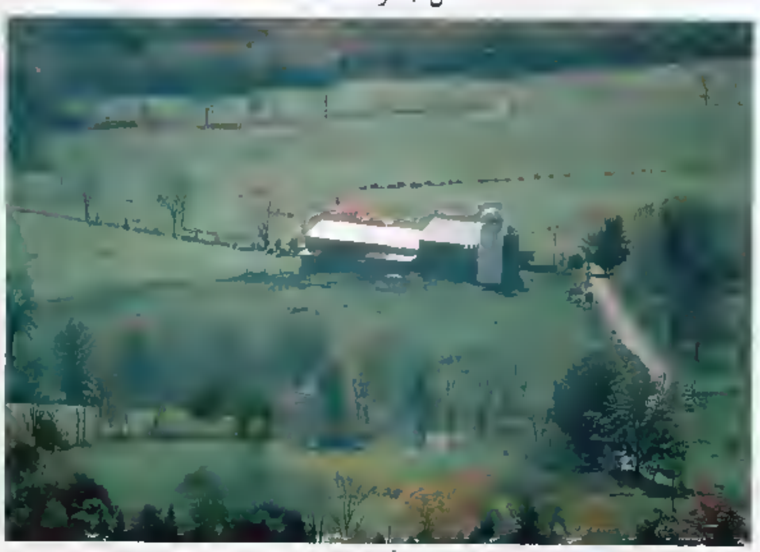
الاهراءات الثلاثة



مشهد لمزرعة كبيرة



حقل جاهز للحصاد



الاهراءات في الوادي الأخضر المشهور في نيويورك

(٢) المنيهوت: نبات يُستخرج من جذوره نشاء مغذّ.

(٣) حزام الذرة: منطقة في شرق ووسط الولايات المتحدة، مزروعة بالذرة تمتدّ في الولايات التالية: غرب أوهايو، إنديانا، إيلينوي، أيووا، جنوب مينيسوتا، شرق داكوتا الجنوبيّة، شرق نبراسكا، شرق كانساس وشمال ميسوري.

(٤) الجذامة: ما يبقى من الزرع بعد الحصد.

(٥) الألبكة: حيوان ثديي في أميركا الجنوبيّة، شبيه بالخروف، طويل الصوف وناعم.

(٦) الدرباني: حيوان ثديي من الفصيلة البقريّة. على غاربه سنام.

المحاصيل





القمح: يرجع موطن القمح الأصلي إلى جنوب غرب آسيا، وهو يزرع اليوم في كلّ مناطق العالم.



الذرة: نبات عشبيّ موطنه الأصلي وسط أميركا الجنوبية. ويستعمَل القسم الأكبر من الإنتاج علفاً للحيوانات.



الأرزّ: هو الطعام التقليديّ، وأحياناً الوحيد، لعدد كبير من الشعوب الآسيوية. ويتطلب الأرز درجات حرارة مرتفعة والكثير من الرطوبة.

هذه المشكلة لن تُحلّ ما لم تحصل الدول المعنية على الإمكانيات اللازمة لزراعة حاجاتها من الطعام أو الحصول على المال الكافي لابتياعه من الأسواق العالمية. وقد تتمكّن هذه الدول من تحقيق أهدافها عن طريق تطبيق الطرق العلمية في الزراعة بشكل دائم.

فمن خلال الإستيلاد الموجّه وهندسة علم الوراثة، يطوّر العلماء اليوم أنواعاً جديدة من المحاصيل العالية الإنتاج، والتي لا تحتاج إلى الكثير من مياه الريّ ومضادات الحشرات أو المخصّبات، والتي تنمو في المناخات الباردة والحارّة على السواء. وإضافة إلى ذلك، يحاولون تطوير محاصيل تشبه الفاصوليا والبازيلا بطريقة امتصاصها للنيتروجين من الهواء وإنتاجه في التربة، ممّا يخفّض من استعمال المخصّبات الغالية الثمن. مع ذلك، لن يتمكّن علم الزراعة بمفرده من حلّ مشاكل المجاعة في العالم.

لكنّ حكومات البلاد النامية قادرة على تغيير الوضع عن طريق حثّ المزارعين على زيادة إنتاجهم بتأمين المستلزمات الضرورية كرفع أسعار المحاصيل، وتعليم المزارع أساليب الزراعة المتطوّرة وإقراضه المال اللازم للإستعانة بالتكنولوجيا الحديثة والمخصّبات والأدوات الزراعية، كما يمكنها تحسين دورة التوزيع الغذائي بإصلاح الطرق وتأمين الإهراءات وتطوير شبكة الإتصالات. فمن الضروريّ إيجاد السبل اللازمة لزيادة المدخول وخفض مستوى الفقر في البلدان النامية لمساعدة الناس على شراء الطعام.

ولكن من الصعب مواجهة تحدّيات إطعام الجياع، ما لم تتمّ المحافظة على المياه والتربة. فالممارسات الزراعية في الدول المتقدّمة والنامية على السواء، أدّت إلى خسارة كبيرة في مياه التربة الفوقيّة وغيرها من المصادر، لذلك تحتاج عدّة دول إلى تحسين برامج إعادة التحريج، لأنّ القطع العشوائيّ للغابات زاد من حدّة الإنهيارات التي جرفت بدورها التربة الفوقيّة. ثمّ إنّ تزايد عدد السكان دفع بالمزارعين إلى زراعة أراضٍ هشّة تسبّب فلاحتها بجرف تربتها. كما أدّى الطلب على الطعام إلى زيادة الريّ، ما تسبّب في بعض المناطق بهبوط المستوى المائيّ، وبالتالي بجفاف الآبار؛ كما إنّ الكيميائيّات الزراعية التي تزيد الإنتاج، كثيراً ما تلوّث التربة والمياه الجوفيّة وتُفسد دائرة الترابط الغذائيّ.

ليس من الضروريّ أن تتسبّب الزراعة بإيذاء البيئة. فبالمحافظة على الأرض والمياه والهواء، وبمشاركة أصحاب المعرفة والخبرة والمصادر، قد يتمكّن الناس من إيجاد الحلول لمشكلة المجاعة في العالم.

تعبئة خزّانات الحبوب على ضفّة نهر الميسيسيبي في ولاية ايووا في الولايات المتحدة الأميركية





الحبوب هي بزور بعض الأعشاب، الصالحة للأكل. زراعات الحبوب الأكثر شيوعاً هي زراعات الأرزّ والقمح والذرة.
وهناك أيضاً الذرة البيضاء والدخن والجاودار والشعير والشوفان وغيرها. في جميع أنحاء العالم، تبقى الحبوب أكثر المنتجات الغذائيّة الرئيسيّة أهميّة:
ثلاثة أرباع السعرات الحراريّة التي يستهلكها الإنسان تأتي من الحبوب، وتغذّي الحبوب أيضاً الماشية، كما توفّر الموادّ الخام للموادّ المصنّعة كالورق والمعجونة وموادّ التجميل.

تعنى الزراعة بتخصيص الأراضي لنموّ المحاصيل وتربية المواشي. يوفّر هذا القطاع معظم الغذاء العالميّ تقريباً.
يقيم معظم سكّان الدول النامية في مزارع توفّر لهم مورداً للرزق، وتعطيهم أكثر بقليل ممّا تحتاجه عائلاتهم من الموادّ الغذائيّة.
وينطبق العكس على الدول المتطوّرة. لا يزاول الزراعة في الولايات المتحدة سوى ٢,٥ بالمئة من السكّان؛ وبالرغم من ذلك، يمكنهم توفير كميّات ضخمة من الغذاء.
وتبرز التقنيّة المتقدّمة كعامل رئيسيّ في ازدهار تجارة الزراعة فيها.





الفصل النبوتيّ هو تلك الفترة من العام التي تنمو فيها المحاصيل وغيرها من النباتات بنجاح. ويختلف طوله بين مكان وآخر.
ففي المناطق المداريّة، يمكن لهذه الفترة أن تدوم طوال العام، أو يمكن أن تكون رهناً بفصل ممطر. وفي المناطق المعتدلة والقطبيّة، يكون الفصل النبوتيّ رهناً، إلى حدّ بعيد، بدرجات الحرارة، ويمكنه أن يدوم بين أقلّ من شهرين إلى أكثر من ستة أشهر. كما يؤثّر الارتفاع أيضاً على الفصول النبوتيّة: إنّ الارتفاعات العالية تعني، عموماً، فترات أقصر والارتفاعات المنخفضة، فترات أطول. يحتاج معظم المحاصيل إلى فصل نبوتيّ لا يقلّ عن ٩٠ يوماً.
في المناطق المعتدلة، يحسب الفصل النبوتيّ عادة بإجراء حساب معدّل عدد الأيام الواقعة بين آخر صقيع كثيف في الربيع وأوّل صقيع قاس في الخريف.





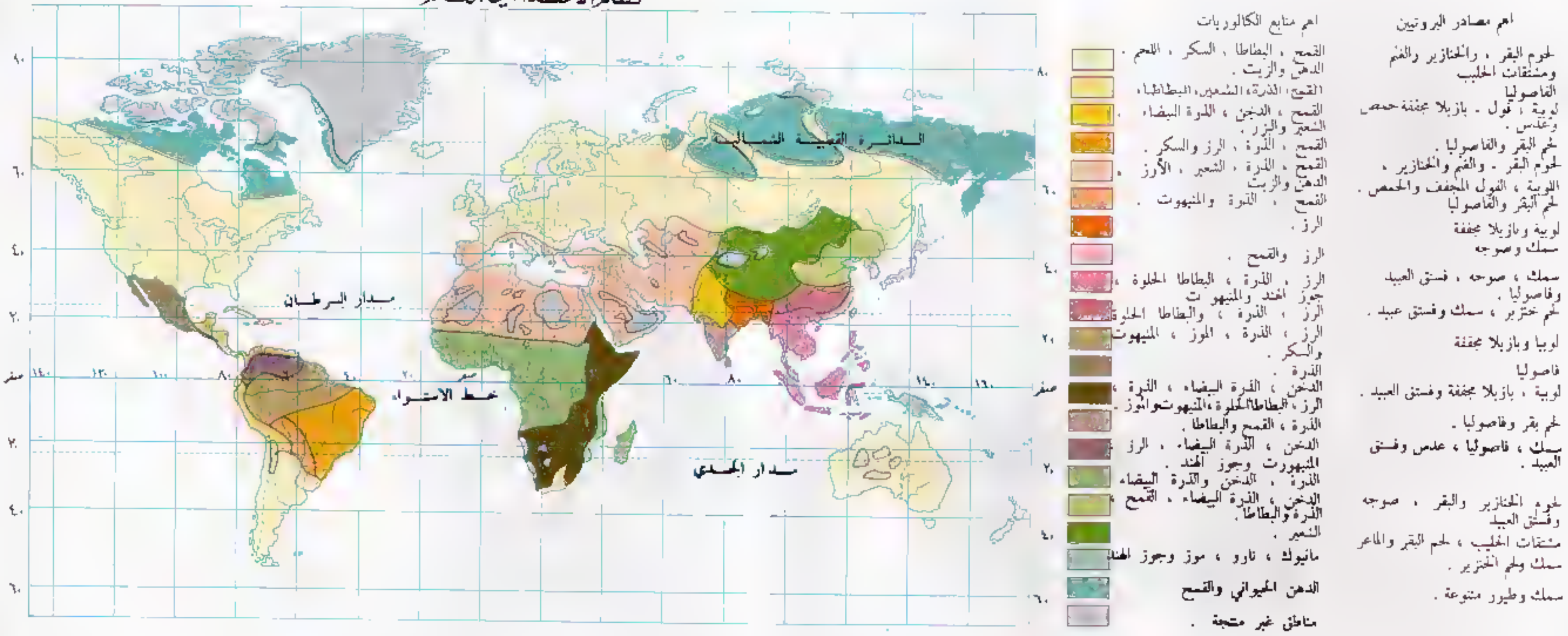
قطاف أوراق الشاي في جاڤا في أندونيسيا

عمّال يقطفون الدخان في كوبا




SWINGER

نظام الاغتذاء في العالم



الغذاء هو إحدى الضرورات الأساسيّة في الحياة. يحتوي الطعام على الموادّ المغذّية الضروريّة جدّاً لنموّ وتجدّد أنسجة الجسم والمحافظة عليها، والضروريّة أيضاً لتنظيم العمليّات الحيويّة. تؤمّن الموادّ المغذّية الطاقة التي تحتاجها أجسامنا كي تؤدّي وظيفتها.
تقاس قيمة الطاقة الموجودة في الطعام بواسطة وحدات تُدعى وحدات حراريّة.
يحدّد العمر، الجنس، الوزن، الطول ودرجة النشاط، عددَ الوحدات الحراريّة التي يحتاجها الإنسان كلّ يوم.

الغذاء

أنواع الموادّ الغذائيّة

يقسّم العلماء الموادّ الغذائيّة إلى عدّة مجموعات: الكربوهيدرات، الدهنيات، البروتينات، المعادن والفيتامينات.

الكربوهيدرات: تزوّد الجسم بالطاقة، وتأتي غالبيّة التي نأكلها، من النباتات. إنّها تتضمّن النشويّات الموجودة في النباتات المنتجة للحبوب، وفي البطاطا والبطاطا الحلوة، والسكّريات الموجودة في الفاكهة، الخضر، والحليب. يُزرع قصب السكر والشمندر السكريّ من أجل محتواهما من السكّر بشكل خاصّ. لقد تحوّل الكثير من النشويات والسكاكر التي نأكلها إلى منتوجات كالطحين والسكّر الأبيض.

الدهنيّات: إنّ الطاقة التي تزوّد الدهنيّات الجسم بها تفوق الطاقة التي تؤمّنها الكربوهيدرات بمرّتين أو أكثر، وهي تساعد أيضاً على حماية وعزل الجسم وأعضائه. وهي تتضمّن زيوت النباتات كفول الصويا، بذرة القطن وزيت الذرة. وتُستعمَل هذه في الطبخ وفي تصنيع الكثير من الأطعمة. تشتمل دهنيّات الحيوان على الزبدة، والدهنيّات المتواجدة في البيض، الحليب، الجبنة، اللحوم، الدجاج والسمك.

البروتينات: تتواجد البروتينات في جميع الأطعمة تقريباً، ولكن بكميّات متفاوتة. إنّها بناءة الخلايا الرئيسيّة في الجسم، وتساعد أيضاً على المحافظة على عافية الجلد، العظام، العضلات والدم. وهي تساهم كذلك في تنظيم العمليّات التي تجري في الجسم كنقل الأكسجين والموادّ الغذائيّة داخل وخارج الخلايا، وتخثّر الدم وتشكّل الأجسام المضادّة[1] التي تساعد على مكافحة المرض. وتؤمّن البروتينات الموجودة في اللحم، السمك، الدجاج، البيض ومنتوجات صناعة الألبان والأجبان، جميع الكميّات المتوازنة التي يحتاجها الجسم. وكذلك فإنّ البروتينات النباتيّة، كتلك التي توجد في الحبوب، الجوز، وبعض أنواع الفاصوليا، تؤمّن كميّات كافية من البروتينات عندما تؤكل مع مأكولات أخرى ملائمة.

المعادن والفيتامينات: تُدعى المعادن والفيتامينات موادَّ غذائيّةً صغيرة نظراً لأنّ الجسم يحتاجها في كميّات صغيرة جدّاً بالمقارنة مع الكربوهيدرات، الدهون، والبروتينات. وتؤمّن المعادن الموادّ البنّاءة للجسم، وتساعد على تنظيم نشاطاته تماماً كما تفعل البروتينات. فمثلاً، يبني الكالسيوم والفوسفور عظاماً وأسناناً قويّة، ويساهم الحديد بوجود دم معافى، ويساعد اليود في تأمين غدّة درقيّة[2] Thyroid تؤدّي وظيفتها. أمّا الفيتامينات فهي تساعد الجسم على استعمال الموادّ الغذائيّة الأخرى بشكل كامل، وذلك بمعاونة التفاعلات الكيميائيّة التي تجعل هذه الموادّ تعمل.

يحتاج الجسم إلى ضروريّات أخرى من أجل سلامته، وهذه تشمل الماء، الأكسجين، والألياف؛ يدخل بعض العلماء الماء في لائحة الموادّ الغذائيّة الأساسيّة. وهو يشكّل أكثر من ٥٠٪ من الجسم ويدخل في معظم عمليّاته، كتنظيم الحرارة، نقل الموادّ الغذائيّة إلى الخلايا، وإزالة الفضلات منها أيضاً. بما أنّ الأكسجين يُستنشق ولا يؤكل، فإنّه ليس مادّة غذائيّة؛ ولكنّه ضروريّ جدّاً للحياة، فهو يسمح بانتقال الطاقة من الطعام إلى الجسد. النسيج الليفيّ هو مادّة عسرة الهضم موجودة في معظم الأطعمة النباتيّة. تعطي الألياف أهمّية إلى الغذاء وتساهم في المحافظة على سلامة الإمعاء. من بين المأكولات الغنيّة بالألياف، الحبوب الكاملة، والفاصوليا المجفّفة، والفاكهة والخضر الطازجة.

النباتات المنتجة للحبوب

كانت النبتة المنتجة للحبوب مصدر الطعام الرئيسيّ لجميع الحضارات. أكثر الحبوب زرعاً اليوم هي القمح، الأرزّ والذرة. الذرة البيضاء، الدخن[3]، الشعير، الشوفان[4]، والجاودار Rye هي حبوب مهمّة أخرى.

النباتات المنتجة للحبوب هي أهمّ القياسيّات في العالم أجمع، بمعنى أنّها تؤكل بانتظام وفي كميّات كبيرة. إنّها تؤمّن ثلاثة أرباع الوحدات الحراريّة، والكثير من الكربوهيدرات والبروتينات التي تستهلكها شعوب العالم. ليست النباتات المنتجة للحبوب والمنتوجات المصنوعة منها مجرّد غذاء للشعوب، ولكنّها تشكّل أيضاً قوتاً للدواجن كالماشية والدجاج.

في جميع أرجاء العالم، يُزرع الكثير من الأراضي بالحنطة أكثر منها بأيّ نوع حبوب آخر. فالقمح هو مقوّم رئيسيّ في جميع أنواع الخبز. إنّ الإتّحاد السوفياتيّ السابق، الصين، الولايات المتحدة، الهند وكندا هي أكثر البلدان إنتاجاً للحنطة.

أمّا الأرزّ فهو عشبة آسيويّة استوائيّة، ويعتبر الغذاء الرئيسيّ لأكثر من نصف شعوب الكرة الأرضيّة؛ فجنوب وشرق آسيا ينتجان ويستهلكان أكثر من ٩٠٪ من محصول العالم الإجماليّ من الأرزّ. كذلك، فهو صنف قياسيّ للشعوب في أجزاء من أفريقيا وأميركا اللاتينيّة. يزدهر هذا النوع من الحبوب في مناخ دافئ، رطب، حيث هناك كميّة أمطار وافرة أو حيث الأرض نديّة.

على الرغم من أنّ نبتة الذرة موجودة أصلاً في بلاد أميركا، ولكنّها تُزرع الآن في معظم أنحاء العالم. إنّها تنمو في تربات ومناخات متعدّدة وعلى ارتفاعات مختلفة. ينتج المزارعون في الولايات المتحدة ما يقارب نصف محصول العالم من الذرة؛ وتُستخدَم ٨٠٪ منها لإطعام المواشي.

غالباً ما تُستعمَل الذرة البيضاء والدخن لإطعام المواشي؛ ولكنّ هذه الحبوب تُعتبر أيضاً أطعمة قياسيّة للشعوب في أجزاء من أفريقيا وآسيا، حيث تُستعمَل في صنع الخبز. الشعير، الشوفان، والجاودار هي ثلاثة

(١) الجسم المضادّ: مادّة تتكوّن في الجسم لمقاومة الجراثيم.
(٢) الغدّة الدرقيّة: غدّة صمّاء في العنق.
(٣) الدخن: جنس نبات عشبيّ من الفصيلة النجيليّة تُزرع حبوبه المستعملة كغذاء للإنسان والحيوان.
(٤) الشوفان: نبات عشبيّ تُزرع حبّه الذي يُستعمل علفاً للحيوانات كالأحصنة، وغذاءً ثانويّاً للإنسان.

◄ الزراعة في الخيام، تساعد على ازدياد الحرارة التي يتطلّبها بعض أنواع المزروعات.





أنواع الغذاء









أنواع أخرى من الحبوب، وتعتبر مهمّة في الكثير من المناطق. ينمو الشعير في مدى واسع من المناخات، ويُستخدَم بالقدر نفسه التي تُستعمَل فيه الذرة البيضاء والدخن.

لقد تأخّرت الشعوب في تأهيل الشوفان والجاودار، اللذين بإمكانهما أن يتحمّلا البرد أكثر ممّا تستطيع الحنطة، واللذين غالباً ما تُزرعان في الشمال الأبعد. يُستعمل الشوفان بشكل أساسيّ كطعام للماشية، ولكنّه قد يُستهلك أيضاً كدقيق الشوفان وبعض أطعمة الفطور المصنوعة من الحبوب. ويحتلّ الجاودار المرتبة الثانية بعد الحنطة في استخدامه كطحين خبز؛ وغالباً ما يُمزج الإثنان سويّة في صنع الخبز. إنّ الخبز المصنوع من الجاودار وحده، والذي يُدعى الخبز الأسمر، رائج في مناطق عدّة في أوروبا.

الفاكهة والخضر

تحمل كلمة «فاكهة» معانيَ عدّة. بالنسبة لعالم النبات، تعني جزء النبتة الذي يحتوي على البذور. الفاكهة الطازجة غنيّة بالكاربوهيدرات، الڤيتامينات، المعادن، والألياف؛ يمكن حفظها عن طريق التجليد، التعليب، أو التجفيف.

يصنّف العلماء الفاكهة إلى مجموعات، وفقاً لنوع المناخ الذي تنمو فيه. فالفاكهة المعتدلة مثلاً، كالتفاح، ثمرة العلّيق (توت)، الكرمة، الإجاص، الخوخ، والدرّاق، تنمو بشكل أفضل حيث يوجد مناخ بارد محدّد، كما هي الحال في أجزاء من أوروبا والولايات المتحدة. أمّا الفاكهة شبه الإستوائيّة، فإنّها تزدهر حيث درجات الحرارة في معظمها دافئة على مدار السنة، كما هي الحال في ولاية فلوريدا وفي أجزاء من ولاية كاليفورنيا في الولايات المتحدة، على امتداد البحر المتوسّط، وفي أجزاء من أستراليا وأفريقيا. وتعتبر فاكهة الليمون، كالليمون الحامض والبرتقال والليمون الهنديّ، وكذلك البلح، الرمّان، وبعض أصناف الأفوكادو فاكهة شبه استوائيّة. أمّا الموز، الأناناس، المانغا، والبپّايا[٥] Papaya، فهي فاكهة استوائيّة، وتحتاج إلى مناخ حارّ.

أمّا الخضر فتُعرف بالأجزاء الصالحة للأكل من النباتات العشبيّة. تملك هذه النباتات سيقاناً أكثر طراوة، والأجزاء الخشبيّة فيها أقلّ من تلك التي نجدها عند الأشجار والشجيرات. تُعتبر غالبيّة الخضر حوليّة، أي إنّها تعيش لموسم زراعيّ واحد. تتضمّن الخضر الجذور، الأوراق، السيقان،

(٥) البپّايا: شجر أميركيّ استوائيّ من فصيلة البپّاياوات ذو ثمر أصفر ضخم مستطيل.



الرعي: **هو عملية الاهتمام بمجموعات جوّالة من القطعان في أنحاء منطقة واسعة. بدأ الرعي منذ حوالى ١٠,٠٠٠ سنة، عندما دجّن صيادو حقبة ما قبل التاريخ حيوانات بريّةً كالغنم والماعز التي تعيش وترتحل معاً، ضمن مجموعات في بيئتها الطبيعية. عرف الصيادون أنّهم بالسيطرة على الحيوانات التي كانوا يطاردونها في السابق، يحصلون على مصادر يعوّلون عليها كاللحم والحليب ومنتجات الحليب والجلود للخيم والملابس.**

يشتمل الرعي اليوم على الواجبات الأساسية نفسها التي كانت تمارَس في عصور ما قبل التاريخ، ويتخذ بعض سكّان الأرض التجوال مع قطعانه، طريقة للعيش. يُعرَف هؤلاء الناس بالبدو أو بالرعاة الرحّل؛ ويطوفون في مجموعات قبلية صغيرة أو عائلية كبيرة، دون أن يكون لهم مقرّ أساسيّ ثابت. يعيش البدو في الأجزاء القاحلة ونصف القاحلة من أفريقيا وآسيا وأوروبا، وكذلك في مناطق التندرة في آسيا وأوروبا. يعتاش بدو أفريقيا من الماشية، الماعز والغنم والجمال، بينما يعتمد بدو التندرة عموماً على حيوانات الرنّة (نوع من الأيائل) المدجّنة. وتربّى في يومنا الحاضر حيوانات أخرى مثل الأحصنة وثيران المسك وحيوانات الياك (نوع من الثيران، طويل الصوف).

البذور، أو ما يُعرف بالبصلات بالنسبة لبعض النباتات. فالجزر، الفجل، والشمندر مثلاً هي جذور؛ أمّا الملفوف، الكرفس، الخسّ، والسبانخ فهي أوراق أو سويقات؛ وتُعتبر رؤوس البركولي[٦] Broccoli سويقات النبتة المزهرة التي على رأسها مجموعات كثيفة من براعم الزهور؛ الهليون هو ساق؛ أمّا بالنسبة للخيار، الباذنجان، والبندورة فإنّها تحتوي على بذور النبتة؛ ويعتبر الثوم، الكرّاث والبصل بصلات. إنّ الخضر مصادر جيّدة للألياف، المعادن والفيتامينات.

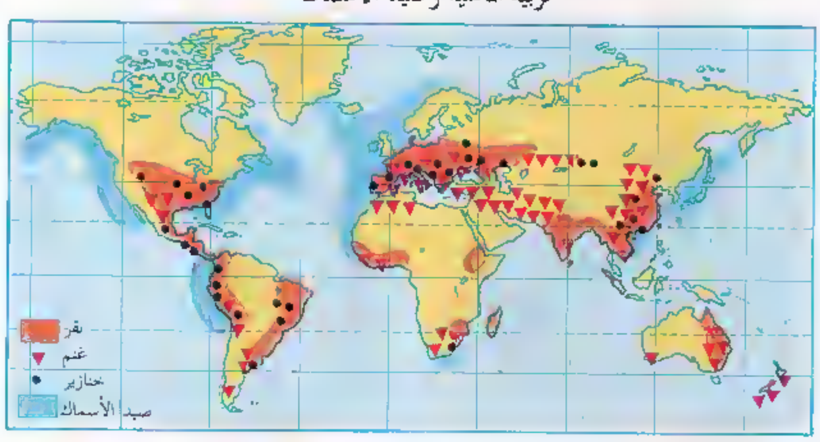
بعض النباتات التي تُعرف بالدرنات، يملك نوعاً خاصّاً من السيقان النامية تحت سطح الأرض التي يمكن أكلها طازجة كنبات من الخضر أو استعمالها كعنصر في أطباق أخرى. في المناطق المعتدلة، البطاطا هي أهمّ الدرنات. أهمّ الدول التي تزرع البطاطا هي الإتّحاد السوفياتيّ السابق، الصين وبولونيا وتتضمّن الدرنات الإستوائية المهمّة البطاطا الحلوة، المنيهوت والقلقاس.

البقول، اللحوم، الطيور الداجنة، السمك والبيض

البقول هي نباتات تُزرع من أجل حبوبها الصالحة للأكل أو من أجل بذورها. فالبازلاء، الفاصوليا الليمية[٧] Lima Beans، فول الصويا، فستق العبيد، والعدس هي بقول. يشمل العلماء البقول مع اللحوم والأغذية الأخرى في هذه المجموعة لأنّها تؤكل لاحتوائها على البروتينات. إضافة إلى ذلك، إنّها تمدّ الجسم بالحديد، والمعادن الأخرى؛ والفيتامينات.

(٦) البركولي: نوع من القنّبيط (القرنبيط).
(٧) الفاصوليا الليمية: نوع من الفاصوليا، يزرع في أميركا خصوصاً، يؤكل حبه أخضراً أو يابساً.

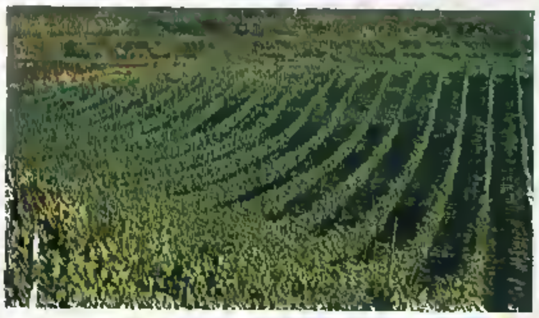
تربية الماشية وصيد الأسماك







شجرة الزيتون: **هي من أهمّ الأشجار المنتجة للزيت وهي شجرة نموذجية في المنطقة المتوسطية تتكيّف بشكل جيّد مع التربة الفقيرة والقاسية.**





الكرمة: **نبات خشبي معترش، تؤكل ثماره طازجة (أكثر قليلاً من ١٠٪) أو تستعمَل في صناعة النبيذ.**



قطعان من الغنم في أستراليا: **تملك أستراليا أكبر عدد من الأغنام في العالم ويستعمَل هذا النوع من تربية الماشية لإنتاج الصوف واللحم.**



صيد التّنّ: **يعيش سمك التّنّ، الذي يسعى وراءه الصيادون لطراوة لحمه ولذّة طعمه، على عمق كبير جداً. في الربيع، تتجمّع أسماك التّنّ في قطعان لتتوالد وتصعد إلى السطح حيث يقع الكثير منها في شباك الصيادين. يستعمل الصيادون مجموعة من الشباك تمرّ الأسماك عبرها حتى تصل إلى آخر شبكة، وهي معروفة بإسم غرفة الموت، حيث يتمّ أخيراً اصطيادها.**



أنواع الغذاء.



أنواع الغذاء

كلمة «اللحوم» تشير إلى الأجزاء الصالحة للأكل من الثدييات كالماشية؛ إنّ اللحم غذاء غنيّ بالبروتين وبموادّ مغذّية أخرى أيضاً. وأنواعه هي: لحم العجل، لحم الحمل، لحم الضأن. وفي بعض أنحاء العالم، يُستخدَم جاموس الماء، الجمال، الماعز والياك[8] Yak كمصادر للّحم، كما هي الحال مع الحيوانات البرّيّة كالأرانب والأيائل.

عبارة «الطيور الداجنة» تشير إلى الطيور المدجّنة التي تربّى من أجل لحمها وبيضها. لحم الدجاج هو مصدر غذاء رئيسيّ لمعظم شعوب العالم، وتربية الدجاج هي صناعة رئيسيّة في الكثير من الدول، من بينها الصين، الولايات المتحدة، والإتحاد السوڤياتيّ السابق. وتربّى كذلك، من أجل الغذاء، طيور البطّ، الديوك الروميّة، الإوزّات، والدجاج الحبشيّ في عدّة أجزاء من العالم.

السمك والمحار هما غذاءان معروفان في عدّة مناطق. تؤمّن الأسماك حوالى ١٥٪ من البروتينات الحيوانيّة التي تستهلكها شعوب العالم، وتزوّد الجسم بالفيتامينات المهمّة والمعادن أيضاً. يأكل الناس السمك إمّا نيئاً أو مطبوخاً، ويحفظونه عن طريق التعليب، التجليد، التجفيف، التمليح، وتتمّ معالجته بتعريضه للدخان، أو حفظه مخلّلاً. يأتي معظم الأسماك والمحارات التي يأكلها الناس من المحيطات والبحار، أمّا الباقي فيأتي من كتل داخليّة في الماء العذب، ومن مزارع الأسماك حيث تربّى تجاريّاً. أذن البحر[9] Abalone هو غذاء بحريّ رائج على الشاطىء الغربيّ للولايات المتحدة وفي اليابان. يؤكل المحار في جزر فلوريدا كيز وفي جزر الأنتيل. أمّا الأنقليس (حنكليس)، الأخطبوطات، الحبّار[10] Squid، بلح البحر[11] Mussel، وزعانف سمك القرش فإنّها تؤكل أيضاً في بعض أجزاء العالم.

ويُعتبر البيض مصدراً للبروتينات، والدهنيات، والمعادن، والفيتامينات. إنّ بيض الدجاج رائج في جميع أنحاء العالم. يأكل الناس أيضاً بيوض طيور أخرى، كالبطّ والزرزاق (طير مائيّ)، وكذلك بيوض الزحّافات كالسلاحف والتماسيح. وجدير بالذكر أنّ بيض بعض الأسماك وخصوصاً الحفش، يحضّر كالطعام المترف المعروف بالكاڤيار.

الحليب ومنتوجات صناعة الألبان والأجبان

إنّ غالبيّة الحليب، القشدة، الزبدة والجبنة، في عدّة أجزاء من العالم هي من منتوجات من أبقار مزارع صناعة الألبان والأجبان. في بعض المناطق، تؤمّن الماعز، الجمال، الرنّة Reindeer، الخراف، الياك، وجاموس الماء منتوجات الحليب. تختلف الحال في أنحاء عدّة من آسيا حيث استهلك الناس على نحو تقليديّ الحليب المصنوع من فول الصويا عوضاً عن حليب الحيوانات. في أمكنة أخرى، يؤمّن الحليبُ ومنتوجاتُ مصانع الألبان والأجبان، البروتينات، والكربوهيدرات، والدهنيّات، والفيتامينات الرئيسيّة والمعادن.

الأغذية حول العالم

تتفاوت أغذية الشعوب من دولة إلى أخرى، وأيضاً ضمن حدود الدولة الواحدة. تنتج الإختلافات جزئيّاً بسبب الفوارق الجغرافيّة، فمثلاً يميل الناس الذين يعيشون قرب المحيط إلى الإكثار من أكل السمك. في الأقاليم الباردة حيث فصول الزرع قصيرة، يعتمد الناس على المحاصيل التي تنضج بسرعة كالبطاطا. أمّا في البلاد المنخفضة الدافئة الرطبة حيث تحتفظ التربة بالماء، فغالباً ما يكون الأرزّ غذاء قياسيّاً.

ولقد ساعدت الوسائلُ المتطوّرة في تصنيع الطعام، حفظه، تخزينه وشحنه، الناسَ على الاستمتاع بالأطعمة المنتجة بعيداً عن مواطنهم.

تؤثّر العوامل الإقتصاديّة على ما يأكله الناس. ففي الدول المتطوّرة، يملك الناس مالاً كافياً لشراء مجموعات منوّعة من الأطعمة المغذّية. ولكن حتى في الدول الغنيّة، هناك الكثير من الناس الفقراء الذين لا يتمكّنون من شراء هذه الأطعمة لأنّ الموارد لا تتوزّع بشكل متساوٍ بين السكّان.

في الدول النامية، حيث غالبيّة الناس فقراء، تعكس الأغذية مستوى المدخول. فيأكل الناس فيها في المقام الأوّل الحبوب والنشويّات الأخرى، ولكنّهم غالباً ما لا يحصلون على الغذاء الكافي.

إذا أُلقيت نظرة على الأطعمة في أجزاء مختلفة من العالم، نجد تشكيلة منها. مثلاً، في الولايات المتحدة، تروّج شرائح اللحم، الهامبرغر، لحم الدجاج، والبوظة. والطبق القوميّ في البرازيل هو الفيجوادا

(٨) الياك: ثور التيبت الضخم الطويل الصوف.
(٩) أذن البحر: حيوان بحريّ من الرخويّات.
(١٠) الحبّار أو المحيدج: حيوان رخويّ من رأسيّات الأرجل.
(١١) بلح البحر: نوع من الرخويّات، جنس محار.

Feijoada، فاصوليا سوداء مطهوّة مع اللحم ومقدّمة مع الأرزّ واللفت أو الملفوف الأخضر. وفي دولة الكونجو (زائير) في وسط أفريقيا، جذور المنيهوت المغلية هي طعام قياسي. ويؤكل الموز المقطوف حديثاً، والپپايا والأناناس باستمرار.

مخزون العالم من الطعام

مخزون العالم من الطعام هو الكمية الإجمالية للغذاء المنتج على الأرض. منذ أواخر الأربعينات، تقلّب مخزون الحبوب، ولكنّه كان هناك فائض في العالم أجمع، أو كميات من الغذاء كافية لإطعام الجميع؛ على الرغم من ذلك، يجوع الملايين. من بين الأكثر من ٥,٨٠٠ مليون نسمة على الكرة الأرضية، حوالى ٥٨٠ مليون يعانون من سوء التغذية، أو من نقص الغذاء الكافي. وكلّ سنة، يموت أكثر من ١٥ مليون نسمة من أمراض مرتبطة بالجوع، ومعظم هؤلاء هو أطفال.

أحد أسباب الجوع هو أنّ الموارد كالأرض الصالحة للزراعة، والطعام، والمال الكافي لشرائه، غير موزّعة بتساوٍ بين شعوب العالم. ينتج معظم حالات الجوع عن الفقر.

تؤدي حالات الأزمات إلى الجوع أيضاً. ففي بعض الدول، عطّلت أعوام من الحرب المتواصلة إنتاج الغذاء على نحو خطير، وأجبرت الملايين من الناس على الهرب من منازلهم وجعلتهم معتمدين على المساعدات الغذائية الدولية. كما أدّت حالات الجفاف والفيضانات وكوارث طبيعية أخرى إلى تفاقم مشكلة الجوع. وفي الكثير من الدول النامية، خصوصاً في أفريقيا جنوب الصحاري، يتزايد السكان بسرعة أكبر من معدّل إنتاج الغذاء.

لتسهيل حلّ مشكلة الجوع وزيادة إنتاج الغذاء في أرجاء العالم، يقول العلماء إنّ المزارعين الصغار في الكثير من الدول النامية بحاجة إلى حوافز وعون في تعلّم الطرق الزراعية الجديدة، وفي شراء الآلات، وتطوّرات أخرى كالبذور الشديدة القدرة على الإحتمال. إنّ وسائل النقل والإتصالات الفضلى، وتسهيلات التخزين تؤدّي حتماً إلى توزيع غذائي متطوّر.

في الكثير من دول العالم النامية، يدفع عدد السكان المتزايد الفلّاحين إلى أراضٍ غير صالحة للزراعة، ما يسبّب تدميراً بيئياً واسع الإنتشار. ويخاف الخبراء أن تشتدّ هذه النزعة، وبذلك تزداد خسارة التربة الفوقية[١٢] النافعة، ويزداد استنفاد موارد الأرض.

(١٢) التربة الفوقية: سطح التربة أو جزؤها الأعلى.







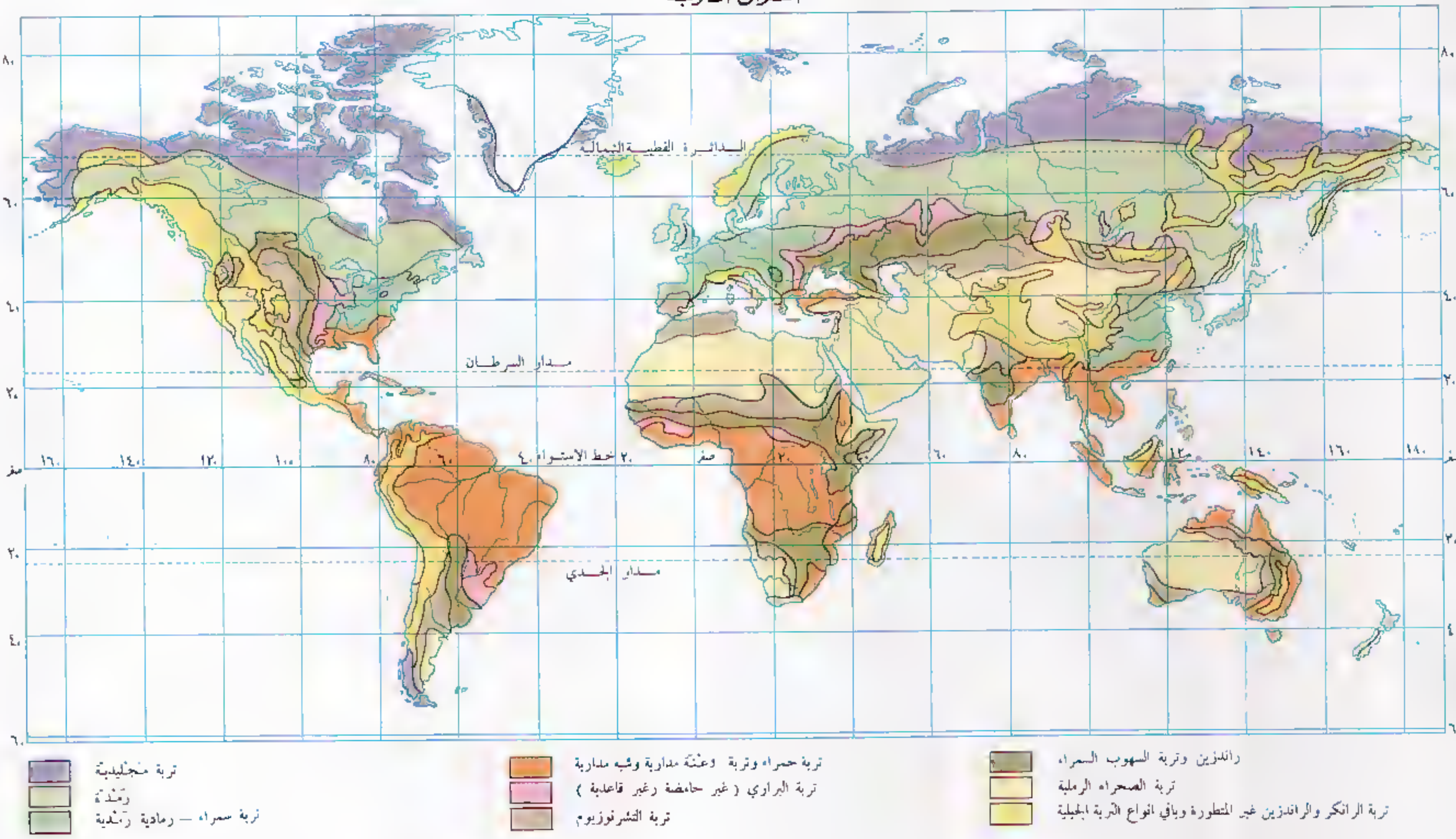






أنواع الغذاء.

أنواع التربة



التربة

التربة طبقة من المواد المعدنيّة والعضويّة التي تغطّي معظم المساحات الأرضيّة. ورغم اختلاف تركيبتها، تحتوي التربة عادة على جذور نباتيّة، وكائنات حيّة، وبقايا حيوانيّة ونباتيّة، وعلى الهواء والماء والمواد المعدنيّة المجزّأة من الصخور.

تتكوّن التربة على أثر تفتّت الصخور البطيء والمستمرّ والفيزيائيّ والكيميائيّ، ونتيجة انحلال الكائنات التي كانت على قيد الحياة. التربة تتميّز بتغيّر مستمرّ. إنّها تتطوّر باستمرار، كلّما تغيّرت نسب محتواها المعدنيّ والعضويّ والهوائيّ والمائيّ.

التربة تؤمّن للطبيعة موادّ غذائيّة مثل المراعي والمحاصيل الزراعيّة والغابات التي تزوّد الناس والأشكال الحياتيّة الأخرى بالطعام والمسكن. يمكن تحديد خصوبة التربة من خلال قدرتها على تزويد النباتات بالموادّ الغذائيّة اللازمة لنموّها.

للتربة أنواع عدّة. وضع الإختصاصيون في علم التربة، ويعرفون بالبيدولوجيين، أنظمة مبوّبة بهدف تحديد أنواع التربة الموجودة في العالم. إنّ نظام التربة المبوّب المعتمد في الولايات المتحدة وفي بلدان أخرى متعدّدة، وُضع من قبل وزارة الزراعة الأميركيّة. هذا النظام يقسّم التربة إلى عشرة أنواع رئيسيّة. ولكلّ نوع اسم ينتهي بالأحرف عينها Sol أي تربة، ومصدرها الكلمة اللاتينيّة Solum «سولوم» أي «التربة».

أنواع التربة

ألفيسول Alfisols: تتواجد غالباً في المناخات المعتدلة. المحاصيل الزراعيّة تنمو بسهولة في هذه التربة الخصبة لأنّها تحتوي مقادير كبيرة من الموادّ المغذّية الضروريّة، وهي موادّ كيميائيّة تساهم في تخصيب الأرض. طبقةٌ فاتحة اللون تغطّي طبقة سفليّة من الصلصال في تربة ألفيسول.

أريديسول Aridisols: هي التربة الأولى في الصحاري والأراضي القاحلة الأخرى. تغطّي خُمس مساحة الأرض. إنّها تفتقر للموادّ العضويّة، وغالباً ما تكون من النوع الرمليّ ذي اللون الفاتح. قد تكون تربة الأريديسول صالحة للزراعة في بعض الأماكن، إذا تمّ ريّها.

أنتيسول Entisols: هي تربة جديدة. ليست في مكانها منذ وقت كافٍ لتكوين طبقات. تربة أنتيسول متواجدة في الأماكن المكشوفة حديثاً، مثل السهول الفيضانيّة والكثبان الرمليّة. نسبة خصوبتها متفاوتة.

هيستوسول Histosols: يمكن أن نجدها في مختلف أنحاء العالم، لكن بكمّيات محدودة. غالباً ما تكون مشبعة بالمياه، ولا تجفّ بشكل جيّد. تربة هيستوسول تحتوي نسبيّاً موادّ من النباتات المتعفّنة، وهي حامضة. التربة الداكنة المشبعة بالمياه في مستنقعات اسكوتلاندا مؤلّفة من هذا النوع.

إنسيبتيسول Inceptisols: تتواجد غالباً في السهول الفيضانيّة وفي مساحات ثابتة أخرى، حيث تتكوّن طبقات من التربة. هذه التربة تبدأ بتكوين طبقة سفليّة من الصلصال.

موليسول Mollisols: هي التربة الأخصب والأكثر إنتاجاً. في الولايات المتحدة يمكن أن نجدها أكثر ممّا نجدها في حقول الحنطة والذرة في الغرب الأوسط. وهي تُعرف بطبقتها العلويّة الداكنة الغنيّة بالمعادن. هذه الطبقة الكثيفة تحتوي كمّيات كبيرة من الموادّ المغذّية الأساسيّة، وهي خصبة بالدُّبال أو الموادّ العضويّة المنحلّة.

أوكسيسول Oxisols: يمكن أن تتواجد في الأراضي المتفكّكة أو المتشقّقة في المناطق الإستوائيّة. الموادّ المغذّية قد غُسلت أو جُرفت عنها. هذا النوع من التربة يكوّن طبقة سفليّة غنيّة بالحديد والألومنيوم.

سپودوسول Spodosols: لا تحتفظ جيّداً بالرطوبة، وهي غير خصبة وحامضة. نجدها غالباً في نيو إنجلاند. لها طبقة سطحيّة باهتة اللون تجمّعت فيها الموادّ العضويّة والحديد والألومنيوم.

ألتيسول Ultisols: طبقتها السطحيّة فاتحة اللون وطبقة سفليّة داكنة اللون من الصلصال مليئة بالحديد والألومنيوم. رغم تشابهها مع تربة ألفيسول، يمكن أن نجد الألتيسول في المناطق الأكثر دفئاً، مثل جنوب شرق الولايات المتحدة الأميركيّة. وهي أقلّ خصوبة من تربة ألفيسول لأنّها تحتوي عدداً أقلّ من الموادّ المغذّية الأساسيّة.

ڤيرتيسول Vertisols: تحتوي مقادير كثيرة من الصلصال. وتتكوّن في مناخ تتوالى فيه الفصول الرطبة والجافّة، مثل مناخ الهند. هذه التربة تنتفخ عندما تكون رطبة، وتتقلّص عندما تكون جافّة، الأمر الذي يؤدّي إلى تفسّخها. رغم خصوبتها، تصعب زراعتها بسبب تركيبتها.

مميّزات التربة المشتركة

إنّ التربة مكوّنة إجمالاً من أربعة أجزاء رئيسيّة: الموادّ المعدنيّة، الموادّ العضويّة، الماء والهواء. هذه الأجزاء تندمج في مزيج من الموادّ الصخريّة المنحلّة والموادّ الحيوانيّة والنباتيّة. يحتوي المزيج على ثغرات تسمّى مسامّ تحجز الماء والهواء. تغطّي المسامّ حوالى نصف حجم التربة العاديّة. ويشتمل معظم الجزء الباقي من الحجم على ذرّات معدنيّة مختلفة الأحجام. أمّا آخر ما يتبقّى من التربة، وهو عادة يتراوح ما بين ١٪ إلى ١٢٪ من الحجم الكامل، فيتكوّن من موادّ عضويّة تتضمّن أوراقاً نباتيّة وغُصينات وبقايا الحيوانات الميتة، فضلاً عن مجموعة مختلفة من الكائنات الحيّة.

وتتخذ مجموعات مدهشة من الأشكال الحيّة التربة مسكناً لها، وهي تشمل القوارض والحشرات والديدان والجراثيم الميكروسكوبيّة. إنّ هكتاراً واحداً من التربة قد يحوي مليون



أراضٍ غير صالحة للزراعة



دودة أرض. إنّ عدد الكائنات الحيّة الإجمالي، بما فيها بلايين الجراثيم في كيلوغرام واحد من التربة، يتعدّى على الأرجح مئة بليون.

كيفية اختلاف الترابات

حدّد الإختصاصيّون في علم التربة (البيدولوجيون)، في إطار تصنيف أنواع التربة، الطرق التي تختلف فيها التربة. إنّ اللون والمادّة يساعدان على تمييز تربة عن أخرى. يقدّر البيدولوجيون عدد تنوّع ألوان التربة بـ ١٧٥ لوناً ضمن ظلال التربة الأساسيّة السوداء والبنّية والحمراء والصفراء والرماديّة والبيضاء. ورغم أنّه يمكن للّون أن يؤمّن المفتاح لخصوبة الأرض، قد يكون أيضاً مضلِّلاً. وتشتمل التربة السمراء في غالب الأمر «الدُّبال»، وهو مادّة عضويّة تمنح الأرض خصوبة. إلّا أنّ التربة المجدبة، مثل تلك التي يكوّنها الرماد البركاني الحمضي، يمكن أن تكون هي أيضاً سمراء. في بعض المناطق، يشير اللون الأحمر إلى خصوبة الأرض. وفي مناطق أخرى، قد يدلّ على الإرتشاح، أي استنزاف المواد المغذّية المعدنيّة الناشئة داخل تربة مجدبة.

إنّ بنية التربة تؤثّر على خصوبتها وعلى قدرتها على احتباس الرطوبة، وسهولة حراثتها. وتحدَّد البنية من خلال أحجام الأجزاء المعدنيّة في التربة. يقسّم البيدولوجيون الأجزاء إلى ثلاثة أقسام. الأجزاء، انطلاقاً من أكبرها إلى أصغرها، هي الرمل والطمي والطين. إنّ الترابات الرمليّة تجفّ بسرعة، والترابات الطميّة تكون عادة أكثر خصوبة، لأنّها تحفظ الرطوبة والموادّ المغذّية، لكنّها تصبح صلبة عندما تكون جافّة، ولزجة عندما تكون رطبة. الطُّفاليّات، وهي مزيج من كميّة شبه متعادلة من الرمل والطمي والطين، خصبة وتحتفظ بالرطوبة وسهلة الحراثة.

إنّ الطفاليّة هي عموماً أفضل تربة لزرع النباتات فيها. إنّ عمر التربة والمادّة المصدريّة التي تكوّنت منها، المناخ ومقوّمات السطح والحياة النباتيّة تُسهِم في اختلاف أنواع التربة. غالباً ما يؤثّر عمر التربة، أي المدّة التي تكوّنت فيها، على عمقها وخصوبتها. ويؤثّر نوع المادّة المصدريّة على تركيبة التربة الكيميائيّة وعلى بنيتها. ومثالاً على ذلك، إذا كان حجر الكلس هو المادّة المصدريّة، قد تكون التربة غنيّة بالكالسيوم وبعناصر أساسيّة أخرى. يمكن للطَّفَل الصفحيّ، وهو صخر متجزّع قليلاً، أن ينتج تربة صلصاليّة تقاوم تسرّب الماء والهواء إليها. ومن جهة أخرى، يمكن للحجر الرمليّ أن ينتج تربة ليّنة، سهلة الإختراق ورمليّة، وتكون قليلة الخصوبة.

قد يؤثّر المناخ على السرعة التي يحدث من خلالها بعض العوامل البيولوجيّة، فيتعاظم جوف التربة، وغالباً ما تنمو النباتات، وتنحلّ النباتات والحيوانات الميتة في مناخات ساخنة ورطبة بشكل أسرع منها في مناخات باردة وجافّة.

الطوبوغرافيا، أو الرسم الدقيق للسمات السطحيّة، تلعب دوراً في تشكيل نوع التربة. في الرقعات المنفسحة، تكون التربة عادة أكثر عمقاً بسبب تحرّك الماء المتزايد فيها. وتُرسِّب المياه في التربة موادّ معدنيّة، فتجعل بذلك التربة تتكوّن بمعدّل سرعةٍ يفوق معدّل سرعة تآكل الريح والمياه. وفي المنحدرات، تقلّ نسبة المياه المتحرّكة في التربة. ويتعاظم التآكل، وتبقى طبقات التربة أكثر تسطّحاً.

النشاطات الإنسانيّة والتآكل

إنّ التآكل المتسارع قد تُحدثه النشاطات الإنسانيّة، ويمكن أن تتسبّب بخسارة كبيرة في التربة الفوقيّة. يمكن لذلك أن يؤدّي إلى نتائج مأساويّة عموماً. منذ أن شرع الناس في العمل بالزراعة للمرّة الأولى، أعاد النشاط الإنسانيّ تشكيل المناظر الطبيعيّة، جاعلاً التربة عرضة للإستهلاك المفرط والتآكل السريع. إنّ حفر المناجم وسدّ الأنهر وقطع الأشجار وحراثة المزارع، كلّها نشاطات تساهم في تآكل التربة. إنّ السبب الرئيسي لتآكل مماثل هو إزالة الحياة النباتيّة الطبيعيّة التي تحمي التربة، جذور الأعشاب والجنبات والأشجار التي تترسّخ في التربة، وأوراق النباتات وغيرها من النثار التي تتجمّع على الأرض. ما أن تختفي الحياة النباتيّة الواقية، تتعرّض التربة بسرعة لتآكل الريح والمياه.

التآكل المفرط يمكن أن يؤدّي إلى جداول وبحيرات مغلقة تُلحق الخلل بالنظام البيئيّ، وهو مسكن الأسماك والمخلوقات البرّيّة الأخرى. عندما تستهلك التربة، تفقد المحاصيل الزراعيّة جودتها الصحيّة. وعندما تنهار غلّة المحاصيل الزراعيّة، قد يعاني الناس سوء التغذية أو في أسوأ الأحوال المجاعة.

في المدن والضواحي، يتمّ انجراف التربة أثناء عمليّة تشييد المباني، والطرق العامّة والمطارات. تميل التربة إلى الإنجراف أكثر أثناء عمليّات البناء، لأنّ الحياة النباتيّة تُتلَف، وأنظمة تصريف المياه الطبيعيّة يلحق بها الخلل.

في الكثير من البلدان النامية، غالباً ما يضطرّ المزارعون إلى زرع الأراضي المنحدرة الرطبة التي تنجرف بسهولة. يحاول المزارعون أيضاً أن يزرعوا المحاصيل الزراعيّة في مناطق شبه قاحلة حيث التربة المحروثة يمكن أن تتطاير إذا لم تُستخدَم طرق العناية المناسبة. تُعتبر أندونيسيا وأثيوبيا والهند من البلدان التي تعاني انجراف التربة الخطير. يقدّر الخبراء





الزراعيين أنّ الهند تفقد كلّ سنة أكثر من خمسة مليارات طن من التربة بسبب الإنجراف الناتج عن الأمطار والرياح. عندما تركد المياه على مساحة كاملة من الأرض المنحدرة تجرف التربة طبقات رقيقة. فقدان طبقة التربة الفوقيّة خلال هذه العمليّة، التي تدعى التآكل الصفحيّ، قد لا يلاحظها المزارع إلّا بعد أن تظهر التربة التحتيّة ذات اللون المختلف.

المحافظة على التربة

معظم الترب يتكوّن على مرّ مدّة طويلة من الزمن. مثل غيرها من الموارد الطبيعيّة، ينبغي الحفاظ عليها حتّى لا يُستهلَك المخزون بشكل أسرع ممّا تستطيع الطبيعة تعويضه. الخصوبة الطبيعيّة في التربة غالباً ما تتغيّر، وفقاً لطرق استخدامها. زرع بعض المحاصيل سنة تلو الأخرى مثلاً، يستهلك الموادّ المغذّية في التربة، فتضعف خصوبتها.

توصّل الخبراء الزراعيون إلى طرق كثيرة للحفاظ على التربة. في البلدان السهليّة، يستطيع المزارعون أن يضربوا حزاماً حاجزاً للتخفيف من حدّة الرياح التي تعصف بأراضيهم. الحزام الحاجز يمكن أن يخفّف سرعة الرياح القويّة إلى أقل من ٢١ كم/ساعة على مسافة قد تبلغ ١٠ أضعاف علوّها. الرياح التي لا تصل سرعتها إلى هذا الحدّ لا تسبّب التآكل. الرياح التي تعصف حزاماً من الخضرة الدائمة علوّه يبلغ ٦ أمتار لا تؤدّي إلى تآكل التربة على علوّ ٦٠ متراً في الناحية الأخرى.

في بعض المناطق، تُبذَل جهود لمنع المزارعين من حرث الأرض التي لا تصلح للزراعة، مثل الغابات المطريّة. عندما تُزرع هذه الغابات، سرعان ما تفقد تربتها موادّها المغذّية، وتصبح غير خصبة.

للمساعدة على الحدّ من التآكل الذي تسبّبه حفريات المناجم، يمكن أن يعاد زرع الأرض. شركات قطع الخشب يمكنها أن تزرع بسرعة الأرض الفارغة بالأعشاب والأشجار. الأعشاب تثبّت التربة في مكانها ريثما تنمو الأشجار.

خفض عدد الماشية التي ترعى في الحقول المزروعة عشباً، يساعد على المحافظة على الحياة النباتيّة ويحمي التربة.

الأساليب الزراعيّة الجيّدة

الأساليب الزراعيّة الجيّدة، مثل زراعة الأعشاب الغنيّة بالموادّ المغذّية يمكنها في آن معاً أن تمنع انجراف التربة، وتعيد الخصوبة إليها. الخضر مثل البرسيم والنفل لا تثبّت التربة فحسب، بل تنقل أيضاً الأزوت من الجوّ إلى التربة. يستطيع المزارعون أن يستبدلوا زراعة محاصيل الحبوب، مثل الذرة، بزراعة الخضر بين فصل وآخر، وذلك بهدف إعادة الموادّ المغذّية إلى التربة. هذه العمليّة تسمّى بالمحاصيل الدوريّة. أسلوب حرث وطمر الخضر والأعشاب الغنيّة بالموادّ المغذّية قبل زراعة المحصول الآخر يدعى التسميد الأخضر. إضافة الأوراق المتعفّنة والسماد المخزّن إلى التربة تزيد قدرتها على حجز المياه.

ثمة أسلوب فعّال آخر للسيطرة على الإنجراف، وهو الزراعة أي الحراثة ونثر البذور وحصاد الحقول المنحدرة عرضاً، عوض أن تزرع من أسفلها إلى أعلاها وبالعكس. الحرث الكفافيّ يخفّف تسرّب المياه، وهكذا لا ينجرف سوى مقادير قليلة من التربة أثناء العواصف.

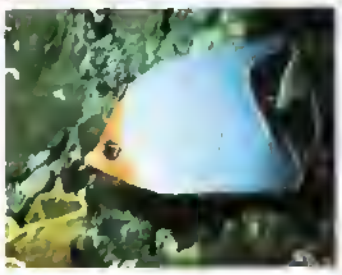
في بعض أنحاء العالم، تُستخدَم طريقة زرع المدرّجات في المناطق الجبليّة حيث الأراضي الزراعيّة نادرة أو هطول الأمطار غير منتظم. رُقَع أرض قليلة الإرتفاع تُدعى مدرّجات تمهّد في المنحدرات، وتُبنى أسوار أو حافّات من الطين حول المدرّجات حتّى تُحجز المياه والتربة. في الولايات المتحدة الأميركيّة، تعني كلمة مدرّج إجمالاً، سدّاً اصطناعيّاً من التربة يمنع انجراف السطح ويسمح للمياه الفائضة بأن تُصرَف ببطء من حقل ما.

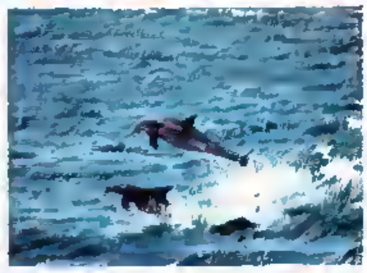
ثمّة طريقة أخرى للحدّ من الإنجراف، وهي تقضي بزرع أنواع متتالية من الزراعات المختلفة بعرض الحقل المنحدر، وبذلك تمنع مياه الأمطار من الجريان مع المنحدر.

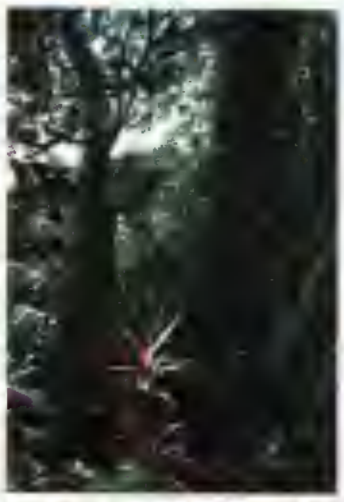
الأثلام المفلوحة يمكن أن تتحوّل إلى جداول صغيرة أثناء العواصف الممطرة، ويمكن أن تتكوّن أقنية صغيرة تدعى مجاريَ. زراعة المحاصيل المتقاربة النموّ، مثل الشعير والحنطة، يمكن أن تبطىء الإنجراف الناتج عن المجاري والسيول الصغيرة. السيول يمكن أن تحتجز عن طريق تشييد سدود من القشّ والسماد أو أكوام من الأجمة المثبتة بالأسلاك. بعد أن تملأ التربة المساحة الممتدّة خلف السدّ، يستطيع المزارعون أن يبذروا المكان بالأعشاب والشجيرات السريعة النموّ والأشجار. إضافة إلى تثبيت التربة المتبقّية من السيول، تؤمّن الحياة النباتيّة مأوى للطيور والحيوانات البريّة الأخرى.

بدأت الولايات المتحدة الأميركيّة، مستوحية من جمعيّات المحافظة على البيئة، تبذل جهوداً مجدية للحدّ من انجراف التربة. خلال العامين ١٩٨٦ و١٩٨٧، تمّ الحدّ من انجراف التربة في الأراضي الزراعيّة الأميركيّة بنسبة ٤٦٠ مليون طن؛ وربّما كانت هذه النسبة أكبر ما تمّ التوصل إليه سنويّاً في العالم أجمع. برنامج الحفاظ هذا استدعى تحويل ٥٧ مليون هكتار من الأراضي الزراعيّة الكثيرة الإنجراف، إلى مراعٍ وغابات.



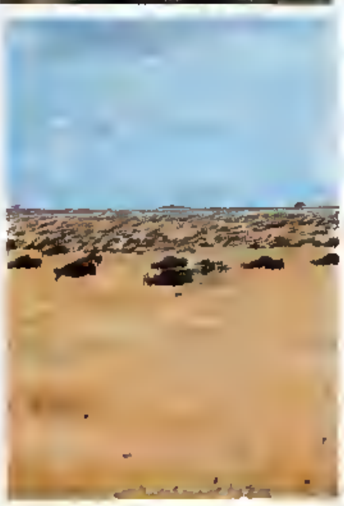
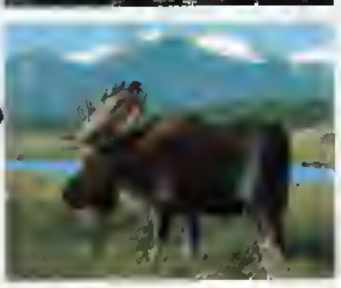
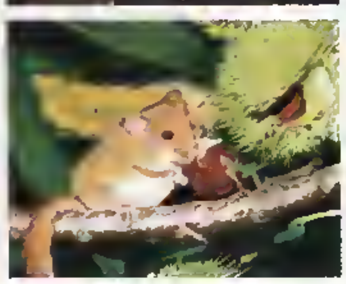



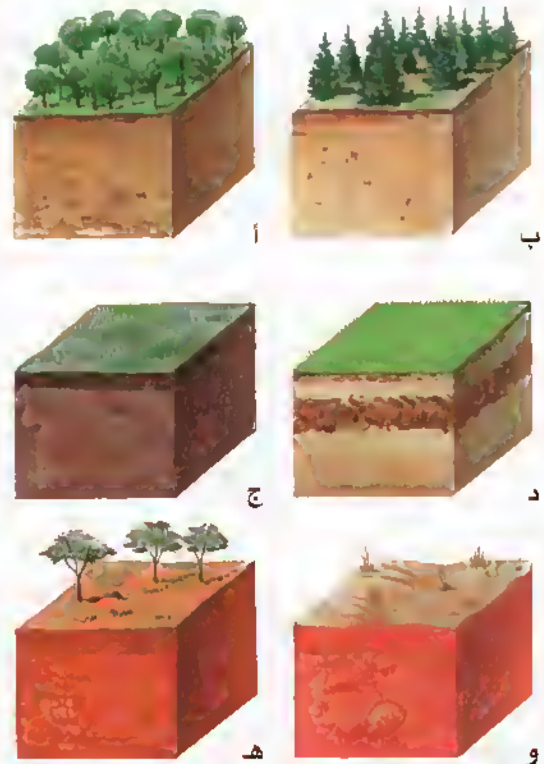






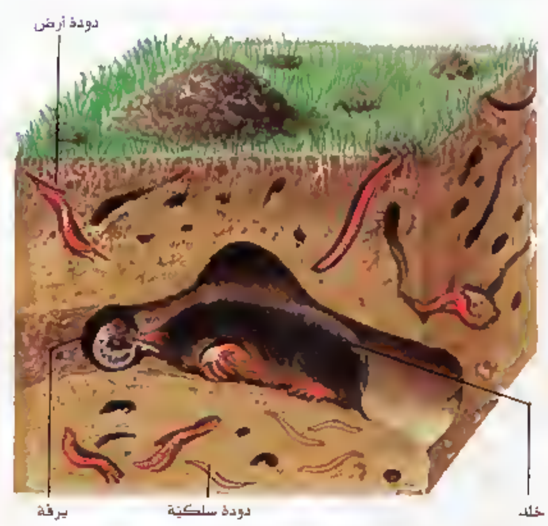


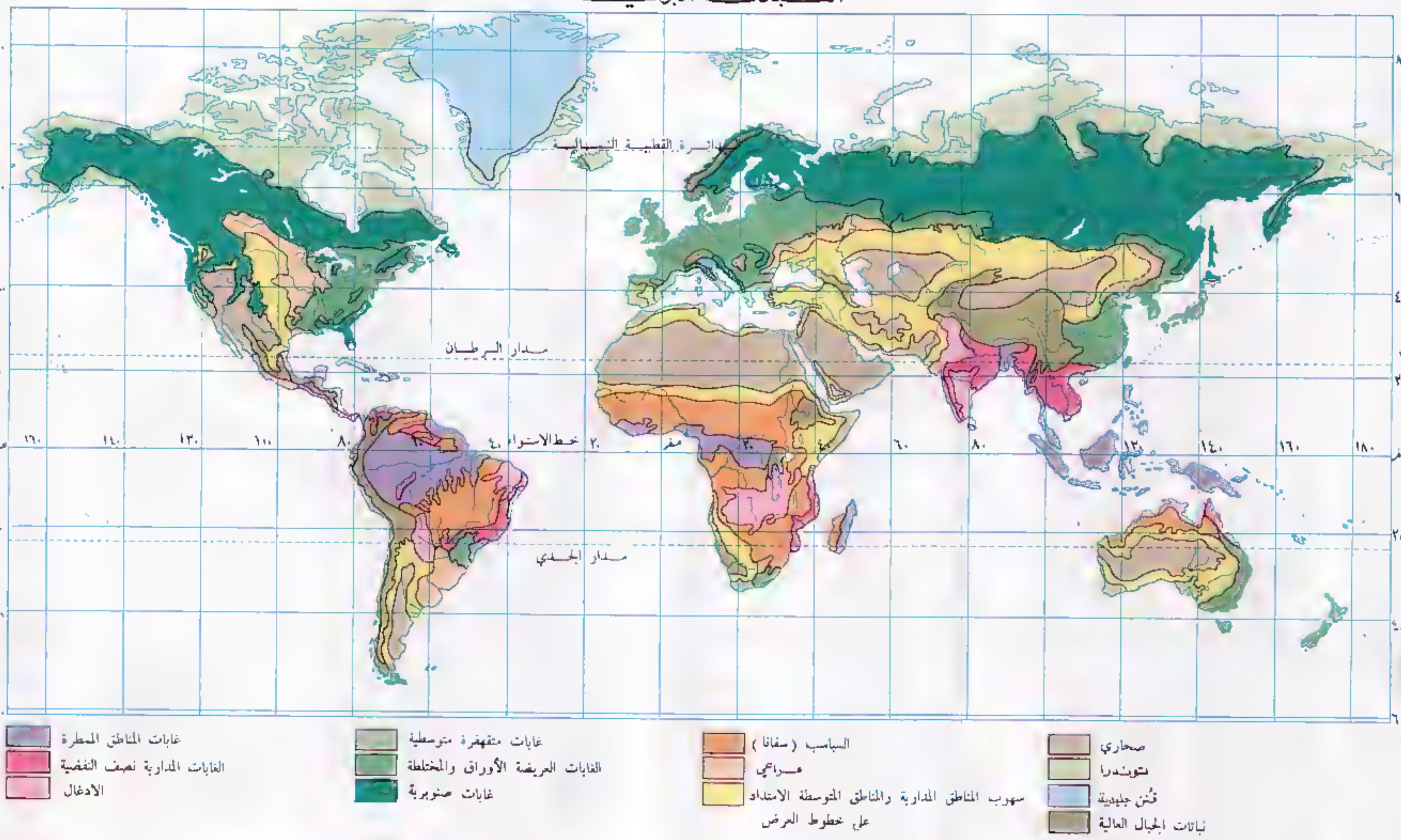


أ) غابة نفضية.
ب) غابة صنوبرية (تَيْجة).
ج) تندرة.
د) مرج.
هـ) سفناء مدارية.
و) صحراء.
ز) تربة نموذجية.
١. الطبقة السطحية
٢. الدُّبال
٣. صخر الأديم.



تهوية التربة: يبيّن الرسم التوضيحي (أعلاه) أهمية أنواع حيوانية مختلفة، مثل الخلد ودودة الأرض، في قلب التربة وتالياً، تهويتها. إن الأرض التي تفتقر إلى عدد وافٍ من الحيوانات التي تعيش في التربة، تتّصف دائماً بتربة متراصة وغير مهواة بما فيه الكفاية (مثلاً، التندرة).

النباتات البريّة



البرّيّة: بيئة طبيعيّة بقيت جوهرياً، بعيدة عن النشاط البشري. وتحافظ المناطق البرّيّة على الجمال الطبيعيّ للأرض، كما تشكّل ملجأ لكثير من الأنواع الحيوانيّة والنباتيّة. وهي تقدّم إلى العلماء مختبراً لدراساتهم حول كيفيّة عمل الأنظمة البيئيّة، في ظلّ غياب التدخّل البشريّ.

المرج

المرج أرض معشوشبة معتدلة المناخ تميّزها وفرة الأعشاب المنوّعة. ويبرز وجود المروج في الأمكنة المميّزة بتنوّع حرارة فصولها بشكل مميّز.

تستقبل المروج من ٢٥ إلى ٧٥ سم من الأمطار كمعدّل سنويّ. وتنمو الأعشاب العالية والتي يصل طولها إلى ١,٥ م وأكثر، في الأماكن التي يكثر فيها هطول الأمطار. وتهيمن الأعشاب المنخفضة على الأماكن التي تندر فيها الأمطار الغزيرة. أمّا مروج الأعشاب المنخفضة لسهول أميركا الشماليّة الواسعة، والتي يقتصر معدل أمطارها السنويّ على ٢٥ سم، فتتّصف بالسهب (سهل واسع خالٍ من الأشجار).

ومروج أميركا الشماليّة هي سهول واسعة ممتدّة مغطّاة بالأعشاب. وكمعظم المروج، تستضيف نوعيّات هائلة من الأعشاب والحشائش العطريّة وغيرها من النباتات. وتمتدّ الجذور إلى عمق مترين تحت سطح التربة، مشكّلة ما يسمّى بالمرج. وهو يساعد النباتات على البقاء عندما تحصد النيران الأعشاب اليابسة. وكانت مروج الأعشاب العالية غطّت أكثر من مليون كم² من أراضي أميركا الشماليّة. ولم يبقَ منها اليوم سوى الأماكن المعزولة. ذلك أنّ معظم المروج والأراضي المعشوشبة، تحوّل إلى مراعٍ ومزارع. والمناطق المنتجة للحبوب أسهمت في تأمين مخزون الأرض الغذائي بشكل واسع.







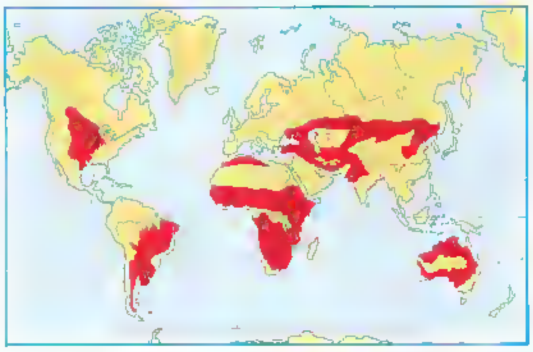


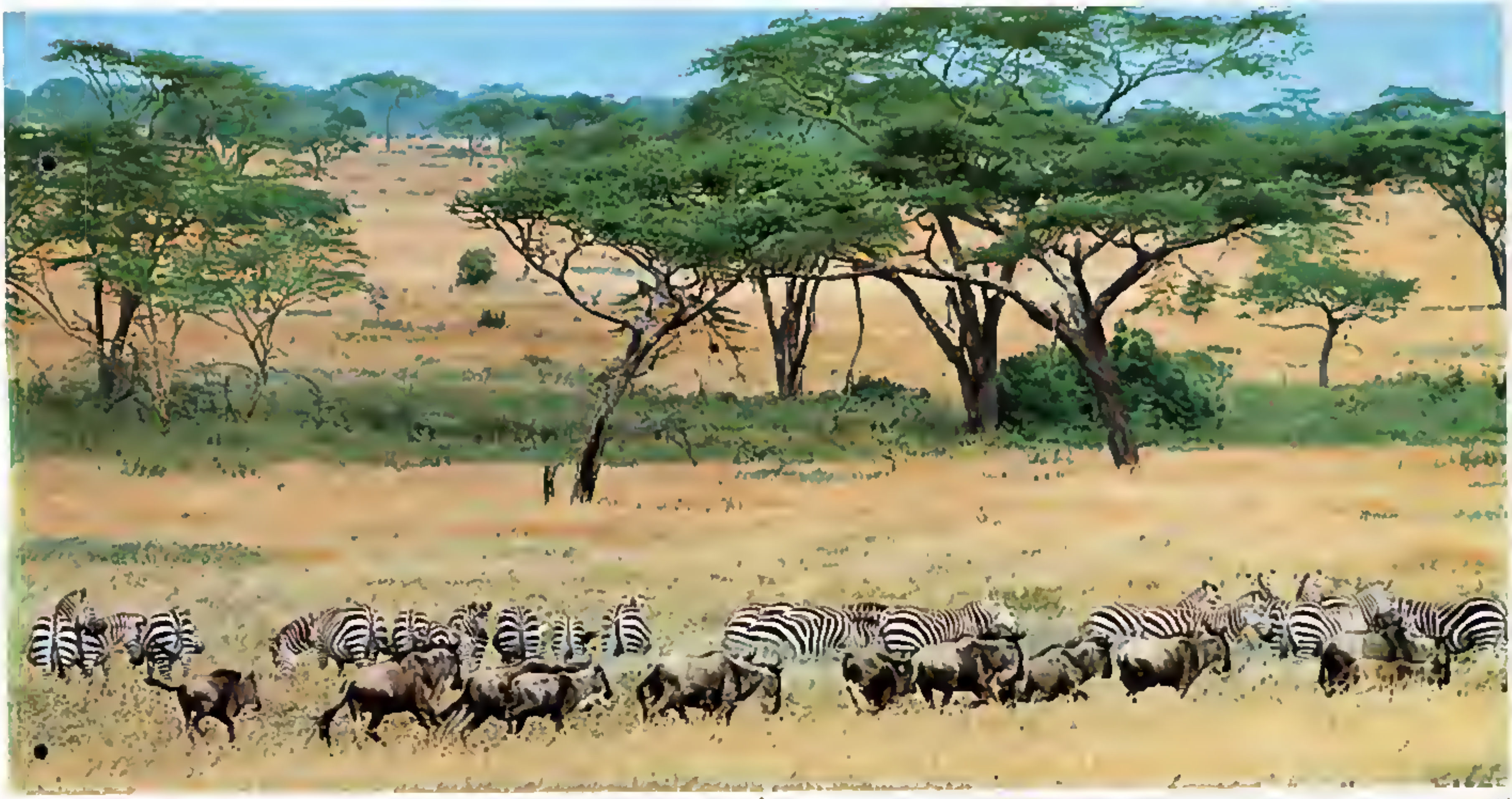
المروج الطبيعية: مناطق انتقالية بين الغابات والصحاري. مع وجود بعض الأشجار قرب أطراف الغابة، تصبح المروج الطبيعية أكثر فأكثر جفافاً وقحولة قرب الصحاري.

هناك نوعان من المروج الطبيعية: المعتدلة، والمدارية أو السفناء.

تقع المروج الطبيعية المعتدلة الموجودة في نصف الكرة الشمالي، داخل القارات بعيداً عن تأثير الرياح المحمّلة بالرطوبة التي تنفخ من جهة البحر. تشهد هذه المناطق شتاء بارداً وصيفاً حاراً، مع قليل جداً من المطر على مدار السنة. تتأثر أيضاً المروج الطبيعية في نصف الكرة الجنوبي بالرياح الجافة في قسم كبير من السنة، وهي جافة نوعاً ما. بخلاف ذلك، تشهد المروج الطبيعية المدارية درجات حرارة مرتفعة على مدار السنة وكميات كبيرة من الأمطار في الصيف نتيجة الانتقال الموسمي للشمس العلوية ولحزام الأمطار المرتبط به.

المروج الطبيعية





لا تشهد مروج المناطق المعتدلة سوى فترة ممطرة قصيرة في فصل الصيف، تنمو فيها النباتات والأشجار وتنتشر، ولكن نموها يتوقف مع مجيء الفترة الجافة والشتاء الشديد البرودة الذي يليها. في هذه المناطق، يغطي الأرض في الأكثر بساط متصل من الأعشاب القصيرة. مروج أوراسيا وأميركا الشمالية، وبامْپاس أميركا الجنوبية، وفِلد (مرج ذو أشجار أو شجيرات متناثرة) جنوب أفريقيا، وأراضي استراليا المنخفضة، كلها تنتمي إلى هذه الفئة من الأراضي المعشوشبة. من جهة أخرى، يغطي أرض السفناء عشب طويل يتجاوز علوه أحياناً ٣ أمتار وتنتشر فيها الأشجار المميّزة المسطّحة من الأعلى. تنتمي المروج الطبيعية الأفريقية (أعلاه) والهندية والاسترالية الشمالية إلى هذا النوع الأخير.



طعـام للجميع: يخوّل غياب التنافس حول النبات المتوافر في المروج الطبيعية، مجموعة واسعة ومنوّعة من الحيوانات العاشبة أن تتعايش في منطقة واحدة، حيث يلعب كل منها دوره البيئي الخاص، أو يحتل مكانه في النظام الطبيعي. تختار الحيوانات الراعية الضرب الذي يناسبها من النبات، وتأكل الحيوانات التي تقتات بأوراق الشجر، على ارتفاعات مختلفة.

الأرض العشبيّة

الأرض العشبيّة هي منطقة يكون فيها العشب هو النبات الغالب طبيعيّاً. وهي تظهر حيث لا أمطار منتظمة بشكل كافٍ، تسمح بقيام غابة، ولكنّها ليست قليلة لدرجة قيام صحراء.

يقع معظم الأراضي العشبيّة الأكثر امتداداً في العالم، في الأجزاء الأكثر جفافاً في داخل القارّات. وهي تتواجد عادة، ونجدها في جميع القارّات ما عدا قارّة القطب الجنوبيّ، حيث يتراوح معدّل سقوط المطر بين ٢٥ و٧٥ سنتمتراً في العام. تكون الأرض التي تتلقّى أقلّ من ٢٥ سنتمتراً من المطر سنويّاً، جافّة أكثر ممّا ينبغي لتسمح بنموّ الأعشاب والكثير غيرها من النباتات. تنمو في مثل هذه المناطق المجدبة، النباتات الجافوفيّة (الصحراويّة)، وهي نباتات لا تحتاج سوى للقليل من الماء، مثل الصبّار. وتكون المناطق التي يتجاوز معدّل الأمطار فيها ٧٥ سنتمتراً في العام، رطبة بشكل كافٍ يسمح بنموّ متواصل للأشجار.

تتواجد الأراضي العشبيّة المعتدلة حيث يحدث تفاوت موسميّ واضح في درجات الحرارة. يكون فصل الصيف في هذه الأراضي العشبيّة حارّاً، وفصل الشتاء بارداً. في نصف الكرة الشماليّ، تضمّ الأراضي العشبيّة المعتدلة مروج أميركا الشماليّة وسهوب أوراسيا. أمّا فلد[1] جنوب أفريقيا وبامباس أميركا الجنوبيّة فهي أراضٍ عشبيّة تقع في نصف الكرة الجنوبيّ.

تقع الأراضي العشبيّة المعتدلة المداريّة، وتسمّى بالسفناء، قرب خطّ الإستواء. تفتقر هذه الأراضي إلى فصول محدّدة جيّداً على أساس درجات الحرارة. تكون عادة دافئة طوال العام، ولكنّها تعرف فصولاً ممطرة وفصولاً جافّة متميّزة. يكون المناخ عموماً جافّاً، والفصول الممطرة أقصر من الفصول الجافّة.

تتمتّع الأراضي العشبيّة عموماً بتربة غنيّة. ويشكّل خصبها السبب الأهمّ الذي دفع الإنسان إلى تغييرها إلى مدىً أبعد بكثير من أيّ منطقة نباتيّة أخرى. في يومنا الحاضر، تحوّل معظم الأراضي العشبيّة إلى أراضٍ زراعيّة ومراعٍ. حوالى ٧٠٪ من غذاء العالم ينتج في أراضٍ عشبيّة سابقة.

الأراضي العشبيّة المعتدلة

تُعرَف الأراضي العشبيّة حول العالم بأسماء مختلفة، تحدّدها إلى حدّ ما لغة الشعب الذي يسكنها. إنّ السهب الأوراسيّ، وهو أرض عشبيّة تمتدّ من هنغاريا عبر جزء من الإتّحاد السوفياتيّ السابق إلى الصين، هو أكبر أرض عشبيّة معتدلة في العالم. تأتي كلمة Steppe(السهب) من الكلمة الروسيّة التي تعني «السهل الخالي من الأشجار». ومع أنّ بعض الأراضي العشبيّة في أميركا الشماليّة يمكن تصنيفها كسهوب إلّا أنّ المستكشفين أسموها براري Prairie من الكلمة الفرنسيّة التي معناها «مرج».

ضمن الأراضي العشبيّة المعتدلة، هناك ثلاثة أنواع رئيسيّة من الأعشاب. يبلغ طول الأعشاب القصيرة التي تنمو حيث يكون سقوط المطر محدوداً، أقلّ من نصف متر. ويتراوح طول الأعشاب المتوسّطة بين نصف متر و١,٢ متر. أمّا الأعشاب الطويلة فتصل إلى ١,٥ متر أو أكثر.

كانت الأعشاب القصيرة، في ما مضى، هي المسيطرة في الجزء الأكبر من السهول العظمى في الولايات المتحدة حيث لا يتجاوز معدّل سقوط المطر ٢٥ سنتمتراً. وكانت البراري (المروج الأميركيّة) ذات العشب الطويل، وهي أرطب الأراضي العشبيّة المعتدلة، تمتدّ تقريباً من ولاية تكساس في الولايات المتحدة الأميركيّة إلى كندا، ومن طرف السهول العظمى Great Plains في شرق ولاية كانساس إلى ولاية أوهايو في الولايات المتحدة. يمكن لـ ٣٠٠ نوع مختلف من النباتات أن ينموَ في هكتار واحد من البراري ذات الأعشاب الطويلة. تسيطر عشبة تدعى الساق الزرقاء Big blue stem حيث تكون التربة غنيّة ورطبة، ويمكن أن يصل طولها إلى أكثر من مترين. تنمو أعشاب طويلة أخرى والكثير من الأعشاب ذات الأوراق العريضة، كعصا الذهب Goldenrod، في ظلّ الساق الزرقاء. في الربيع، تحوّل مئات الأنواع من الأزهار البرّيّة، المروج في أميركا الشماليّة إلى لحاف مرقّط بالألوان.

لم تكن هناك حدود واضحة بين براري الأعشاب الطويلة وبراري الأعشاب القصيرة. وكانت تفصل بينهما منطقة انتقاليّة، تدعى براري الأعشاب المختلطة، تحتوي على أعشاب من الأنواع الثلاثة مع هيمنة واضحة للأعشاب المتوسّطة.

الأراضي العشبيّة المداريّة

تغطّي الأراضي العشبيّة المدعوّة بالسفناء ١٦ مليون كم^2 تقريباً من أراضي العالم. تظهر هذه الأراضي العشبيّة في مناطق شماليّ وجنوبيّ خطّ الإستواء، حيث يكون سقوط المطر موسميّاً. فيتناوب فصل جافّ طويل مع فصل ممطر. إنّ السفناء منطقة تغطّيها طاقات من الأعشاب وبضع أشجار جدّ متناثرة. بعض العلماء لا يصنّفها كأرض عشبيّة بسبب نموّ الأشجار فيها. وتكون السفناء غالباً منطقة انتقاليّة بين الأرض العشبيّة والغابة.

أشجار السفناء الأكثر شيوعاً هي أشجار الباأوباب Baobab والأقاقيا Acacia والنخيل. عندما يأتي المطر، تنبت الأعشاب بسرعة قد تصل إلى ٢,٥ سم في ٢٤ ساعة. وعندما يتوقّف المطر تبدأ الأعشاب بالذبول.

خلال الفصل الجافّ، تجتاح الحرائق أحياناً مناطق السفناء، بقتلها الأشجار الصغيرة، تساعد الحرائق على منع الغابات من النموّ في الأجزاء الأكثر رطوبة من السفناء. تلعب الحرائق دوراً هامّاً في بيئة جميع الأراضي العشبيّة.

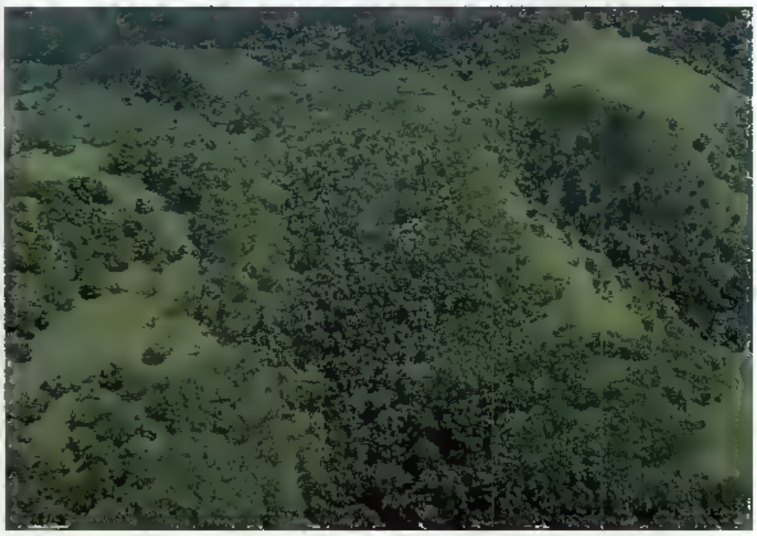
حيوانات الأراضي العشبيّة

يعيش في جميع الأراضي العشبيّة عدد لا يحصى من الحشرات: يُقدَّر أنّه في الربيع، يمكن لهكتار واحد من الأرض العشبيّة أن يحتوي على أكثر من تسعة ملايين حشرة، الكثير منها من الجنادب (الجراد). يجذب هذا العدد الهائل من الحشرات الكثير من العصافير مثل قُبّرة المروج Meadowlark، كما تلائم الأعشاب آكلة البزور مثل القُبّرة القرناء Horned lark. تكيّفت الطيور مع انعدام وجود الأشجار في الأراضي العشبيّة، ويبني الكثير منها أعشاشه على الأرض أو فيها.

يطغى في الأراضي العشبيّة، وجود الحيوانات الحافرة للأحجار والحيوانات الراعية. إنّ الحيوانات الحافرة للأحجار، مثل كلب المروج[2] Prairie dog في أميركا الشماليّة والسصلق Suslik، سنجاب أرضيّ في السهوب الأوراسيّة، نافعة للأراضي العشبيّة، إذ تفتح ممرّات للهواء في التربة وتمزج العناصر المتعدّدة التي تؤلّف التربة.



الحقول البرّيّة في كندا على ضفاف نهر تومبسون في مقاطعة كاملوبس



الأشجار والأعشاب البرّيّة في الوديان

أمّا الحيوانات الراعية مثل البيسون[3] والشائك القرن[4] Pronghorn في البراري الأميركيّة الشماليّة والماشية البرّيّة والغزال في سهوب أوراسيا، والنّو[5] Wildebeest وحمار الوحش في السفناء الأفريقيّة، فقد كانت، في ما مضى، تجوب بحرّيّة مساحات واسعة من الأراضي العشبيّة.

مستقبل الأراضي العشبيّة

لا يبقى في يومنا الحاضر سوى القليل من الأراضي العشبيّة الطبيعيّة التي اختفت بسبب الإفراط بالرعي والإفراط بالزراعة وتوسّع المدن. يمكن للماشية مثل الغنم والماعز أن ترعى الأعشاب حتى جذورها، ما يقلّل من فرص نموّها من جديد. مع انعدام وجود نباتات تحميها، تزول التربة بفعل المياه أو الرياح التي تحملها بعيداً، فتتحوّل الأراضي العشبيّة إلى أراضٍ قاحلة.

إنّ ملايين الهكتارات، التي كانت في الأصل أراضيَ عشبيّة، هي اليوم مزروعة بغلال مثل القمح والدخن والذرة. أصبحت براري أميركا الشماليّة وسهوب أوراسيا اثنتين من أهمّ مناطق العالم المنتجة للحبوب. في الثلاثينات، وبسبب الإفراط في استعمال الأرض المصحوبة بفترة قحط طويلة، خرّبت حوالى ٤٠ مليون هكتاراً من الأراضي الزراعيّة في الجزء الجنوبيّ من السهول العظمى في الولايات المتحدة. غطّت هذه المنطقة، المسمّاة Dust Bowl، أجزاء من كولورادو وكانساس ونيومكسيكو وأوكلاهوما وتكساس في الولايات المتحدة. ذبلت المحاصيل وذرّت الرياح التربة. ألقت عاصفة ريحيّة[6] Windstorm عشرة ملايين طن من الأتربة على مدينة شيكاغو في إيلينوي. واتّخذ الكثير من المناطق الزراعيّة مظهر الصحاري بعد مرور رياح قويّة كدّست الأتربة على شكل كوَم عالية. دُمّرت المزارع تاركةً آلاف الأميركيّين فقراء دون مأوى. ساعدت إجراءات الصيانة على العودة إلى وضع اقتصاديّ سويّ، ولكن فترات دوريّة من القحط ما تزال تنكب المنطقة.

لا توجد حلول سريعة لمشاكل إتلاف الأرض العشبيّة. وليس باستطاعة الكثير من البلدان أن تترك أراضي صالحة للزراعة دون زرع، لأنّها بحاجة للغذاء والمال اللذين تؤمّنهما المحاصيل. عندما لا يعود بإمكان الأرض أن تحمل محاصيل، يتمّ استصلاح أراضٍ عشبيّة أخرى لزرعها.

يستطيع المزارعون إبطاء عمليّة إتلاف الأرض العشبيّة باستعمالهم ممارسات زراعيّة صحيحة تحدّ من آثار التآكل والتعرية. إذا ما تمّ ضبط عدد الحيوانات التي يسمح لها بالرعي في منطقة معيّنة، يصبح بإمكان الأعشاب أن تتجدّد. إنّ مستقبل الأراضي العشبيّة في العالم يقع في قدرة الإنسان على التسليم بأنّ الأراضي العشبيّة نظام بيئيّ متنوّع، وقيّم لذاته كما لتربته الخصبة.

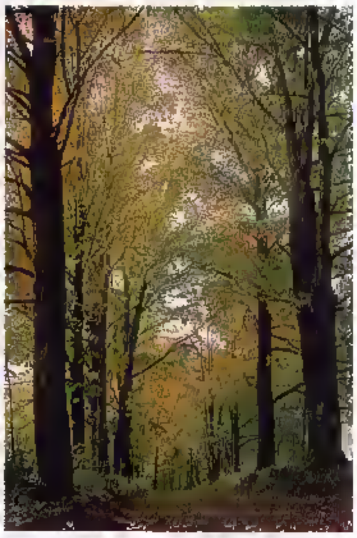
(١) فلد: مرج ذو أشجار أو شجيرات متناثرة.
(٢) كلب المروج: حيوان أميركيّ من القواضم.
(٣) البيسون: ثور أميركيّ.
(٤) الشائك القرن: وعل أميركيّ مجترّ.
(٥) النّوّ: تيتل أفريقيّ ذو رأس كرأس الثور وقرنين معقوفين وذيل طويل.
(٦) العاصفة الريحيّة: عاصفة تصحبها رياح شديدة ولكنّها عديمة المطر أو شحيحته.

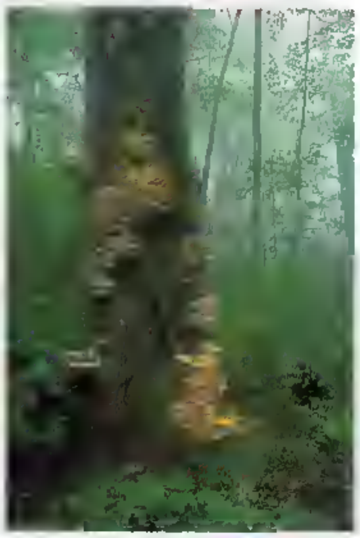


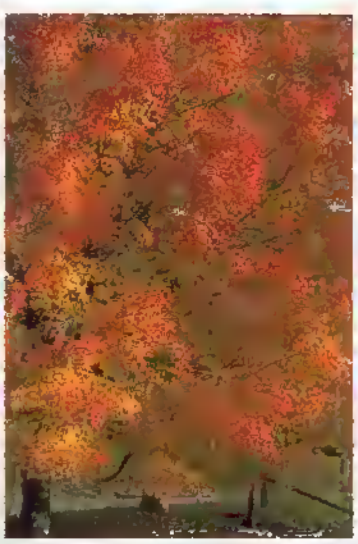
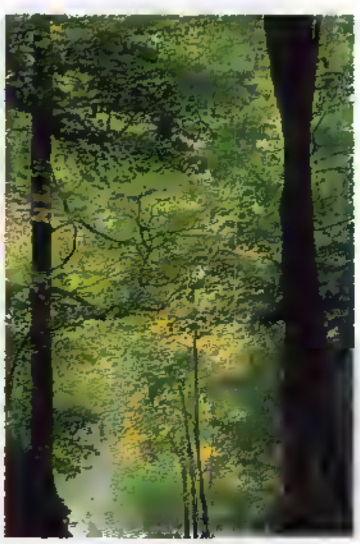
البراري الكندية في مانيتوبا وهي أراض عشبية

مشهد من البراري أو الأراضي العشبية





الغابة

الغابة هي مساحة كبيرة من الأرض مغطّاة بالأشجار. لكنّ الغابة هي أكثر من مجرّد مجموعة من الأشجار. فهي تشتمل أيضاً على نباتات أصغر حجماً، مثل الأشنة والجنبات والأزهار البريّة. وإضافة إلى ذلك، نعيش في الغابة أنواع عدّة من الطيور والحشرات وغيرها من الحيوانات. وتعيش أيضاً في الغابة ملايين الكائنات الحيّة التي لا يمكن رؤيتها إلّا تحت المجهر.

ويحدّد المناخ والتربة والماء أنواع النباتات والحيوانات التي تستطيع العيش في الغابة. فالكائنات الحيّة وبيئتها تشكّل معاً نظام الغابة البيئي. ويتألّف النظام البيئي من جميع الكائنات الحيّة والأشياء غير الحيّة في منطقة معيّنة، ومن العلائق القائمة بينها.

ويتميّز نظام الغابة البيئي بشدّة تعقيده. فتستعمل الأشجار والنباتات الخضراء الأخرى نور الشمس لصنع غذائها من الهواء، ومن الماء والمعادن الموجودة في التربة. وتشكّل النباتات بدورها غذاءً لأنواع معيّنة من الحيوانات. وتصبح هذه الحيوانات بدورها طعاماً لحيوانات أخرى. وبعد موت النباتات والحيوانات، تتحلّل بقاياها بفضل عمل الجراثيم وغيرها من المتعضّيات مثل الحيوانات الأوالي والفطور. وتُعيد هذه العمليّة المعادن إلى التربة حيث تعيد النباتات استعمالها لصنع الغذاء.

ومع أنّ أفراد النظام البيئي يموتون، فإنّ الغابة نفسها تستمرّ في الحياة. وإذا أُحسن تدبير الغابة وإدارتها، فإنّها تقدّم لنا مصدراً دائماً من الخشب والكثير من المنتجات الأخرى.

وقبل أن يبدأ الإنسان بقطع الغابات لإنشاء المزارع والمدن، غطّت امتدادات شاسعة من الغابات حوالى ٦٠٪ من مساحة اليابسة. وتشغل الغابات اليوم حوالى ٣٠٪ من الأرض اليابسة. تختلف الغابات، إلى حدّ بعيد، بين مكان وآخر على سطح الأرض. فعلى سبيل المثال، إنّ غابات المطر الضبابيّة التي تتشابك فيها النباتات المعترشة، مثل تلك التي نجدها في وسط أفريقيا، تختلف اختلافاً كبيراً عن الغابات الباردة المؤلّفة من أشجار التنّوب[١] والبيسيّة[٢] العالية، كالتي نجدها في شمال كندا.

القيمة البيئيّة

تساهم الغابات بطرق عدّة في المحافظة على البيئة وإغنائها. فعلى سبيل المثال، إنّ تربة الغابة تمتصّ كمّيات كبيرة من المطر، ما يحول دون جريان الماء بسرعة، الذي يمكن أن يسبّب التحاتّ والفيضانات. وإضافة إلى ذلك، فإنّ المطر يُرشَّح بمروره في التربة ويصبح مياهاً جوفيّة. وتجري هذه المياه الجوفيّة في جوف الأرض، وتزوّد الجداول والبحيرات والآبار بالمياه العذبة النظيفة.

وتساهم نباتات الغابات، مثل جميع النباتات الخضراء الأخرى، في تجديد الجوّ. فإنّ عمليّة صنع الغذاء التي تقوم بها الأشجار والنباتات الخضراء الأخرى، تُطلق كمّية من الأكسجين. وإنْ لم تجدّد النباتات الخضراء، بصورة مستديمة، كمّية الأكسجين في الجوّ، لماتت جميع أشكال الحياة على الأرض. وإذا ازدادت نسبة ثاني أكسيد الكربون في الجوّ، يتغيّر مناخ الأرض إلى حدّ بعيد.

وتوفّر الغابات أيضاً مأوى للكثير من النباتات والحيوانات التي لا تستطيع أن تعيش في أيّ مكان آخر. فلولا الغابات، لما وُجدت أشكال عدّة من الحياة البريّة.

يصنّف الكثير من العلماء الغابات وفقاً لأنظمة بيئيّة مختلفة. وفي هذه الأنظمة، تُجمع الغابات المتشابهة من حيث التربة والمناخ ونسب الرطوبة، في ما يُعرف بالمكوّنات. ويحدّد المناخ والتربة والرطوبة أنواع الأشجار التي تنمو في مكوّنة حرجيّة. ويجمع أحد الأنظمة البيئيّة المعروفة غابات العالم في عشر مكوّنات رئيسيّة، وهي: (١) غابات المطر الإستوائيّة، و(٢) الغابات الإستوائيّة الموسميّة، و(٣) الغابات شبه الإستوائيّة، و(٤) الغابات المعتدلة المعبلة، و(٥) الغابات المعتدلة الدائمة الخضرة، و(٦) الغابات الجبليّة الدائمة الخضرة و(٧) الغابات الشماليّة و(٨) السفناء، و(٩) غابات ساحل الهادىء، و(١٠) الأحراج شبه القطبيّة.

غابات المطر الإستوائيّة:

هي منطقة مكتظّة بالأشجار، وموجودة عادة في مناخ دافىء، استوائي رطب. ونجد أكبر هذه الغابات، في حوض نهر الأمازون في أميركا الجنوبيّة وحوض نهر الكونجو في أفريقيا وفي القسم الأكبر من جنوب شرق آسيا. يبلغ هطول المطر السنوي حوالى ٢٠٠ سم، وفي بعض الأحيان يصل إلى ١٠٠٠ سم، في بعض غابات المطر الاستوائيّة. ويبلغ معدّل الحرارة في معظمها ٢٧° مئويّة. الأشجار الدائمة الخضرة ذات الأوراق العريضة، النباتات المعترشة، الشجيرات المتفرّقة النامية تحت الأشجار الكبيرة، والتربات التي تفتقر إلى الموادّ المغذّية هي ميزات مشتركة لهذا النوع من الغابات.

تحيط غابات المطر الإستوائيّة بالكرة الأرضيّة، مشكّلة حزاماً أخضر غير متواز بين مدار السرطان على حوالى خطّ العرض ٢٣ درجة ونصف درجة شمالاً ومدار الجدي على حوالى خطّ العرض ٢٣ درجة ونصف درجة جنوباً. تشكّل غابات المطر هذه موطناً لحوالى نصف أصناف نباتات وحيوانات الأرض.

وإنْ بأعداد أقلّ، فإنّ غابات المطر تنمو في المناطق المعتدلة أيضاً. وهي تملك مناخاً أكثر موسميّة، مع درجات حرارة أقلّ ثباتاً ومطر أقلّ، ممّا هو الحال في غابات المطر القريبة من خطّ الإستواء. على الرغم من وفرة النباتات والحيوانات في غابات المطر المعتدلة، فإنّ الأصناف هناك أقلّ تنوعاً ممّا هي عليه في غابات المطر الإستوائيّة، الأكثر دفئاً.

طبقات الحياة: عندما ننظر إلى غابة المطر الإستوائيّة من الفضاء، فإنّها تبدو كدثار منقطّ من أوراق النبتة. وتشكّل أعالي الأشجار غطاء كثيفاً. يتسرّب أقلّ من ٢٪ من أشعّة الشمس عبر هذا الغطاء المقفل. يجعل نقص الضوء نموّ النباتات محدوداً في أدنى طبقات غابة المطر.

في المناخ الدافىء والرطب لغابة المطر الإستوائيّة، يحدث التحلّل بسرعة في الطبقة السفلى، أرضيّة الغابة. تساعد الحشرات، ديدان الأرض، والفطريّات في تحليل بقايا النباتات والحيوانات. وتمتصّ الأشجار والنباتات الأخرى الموادّ الغذائيّة المحرّرة خلال التحلّل، وغالباً ما تترك الأرض عارية نسبيّاً. إنّ الأمطار الدائمة

(١) التنّوب: من فصيلة الصنوبريّات، له جذع مستقيم.
(٢) البيسة أو الراتينجيّة: شجرة من الفصيلة الصنوبريّة.

ترشح، أو تجرف المعادن من التربة التي تفتقر إلى المواد الغذائية.

تعيش الملايين من أصناف الحيوانات والنباتات في غابات المطر الإستوائية، ويستمر اكتشاف الأصناف الجديدة. بعض الأصناف لا يوجد سوى في غابة المطر الإستوائية، كحيوان الأوكابي[٣] Okapi. لقد عُرف أكثر من ألف نوع من الأشجار في كيلومتر مربع واحد منها. تملك غابة المطر الإستوائية في الإكوادور في أميركا الجنوبية حوالى ٢٠,٠٠٠ نوع من النباتات المزهرة.

وتُعتبر غابات المطر الإستوائية مورداً طبيعياً قيّماً. يعيش الملايين من الناس في غابات المطر، وهم يعتمدون عليها من أجل تزويدهم بحاجاتهم من الغذاء والوقود. أما بقية العالم، فيعتمد على غابات المطر من أجل منتجات صناعية جانبية كالمطّاط، الخشب، الصبغات، الزيوت، الأغذية، والأدوية.

تلعب غابات المطر دوراً في تكرير دورات مياه الأرض من جديد. يترشح الكثير من الرطوبة التي تشبعتها الأشجار من الأوراق، وتتبخّر إلى الفضاء لتعود كالمطر. يساعد جذور الأشجار على تثبيت التربة وعلى تأخير مياه المطر أو الثلج الذائب، الجاري فوق سطح الأرض.

غابات المطر المتلاشية: إنّ تفريغ أراضي الغابات من أجل العمل بالزراعة وتربية الماشية، وقطع الأشجار من أجل أخشابها أو للتعدين، يُنقصان بسرعة كبيرة غابات المطر المتبقية.

على الرغم من استعمال الأرض غالباً في الزراعة، فإنّ الترابات الإستوائية الفقيرة بالمواد الغذائية قد تسند محاصيل أو ماشية لعدّة سنوات فقط. ثم تهجر الأرض بعد تزايد التآكل مع تعرّض الأرض المفرغة إلى الأمطار الغزيرة وأشعّة الشمس اللاذعة.

الغابات الإستوائية الموسمية:

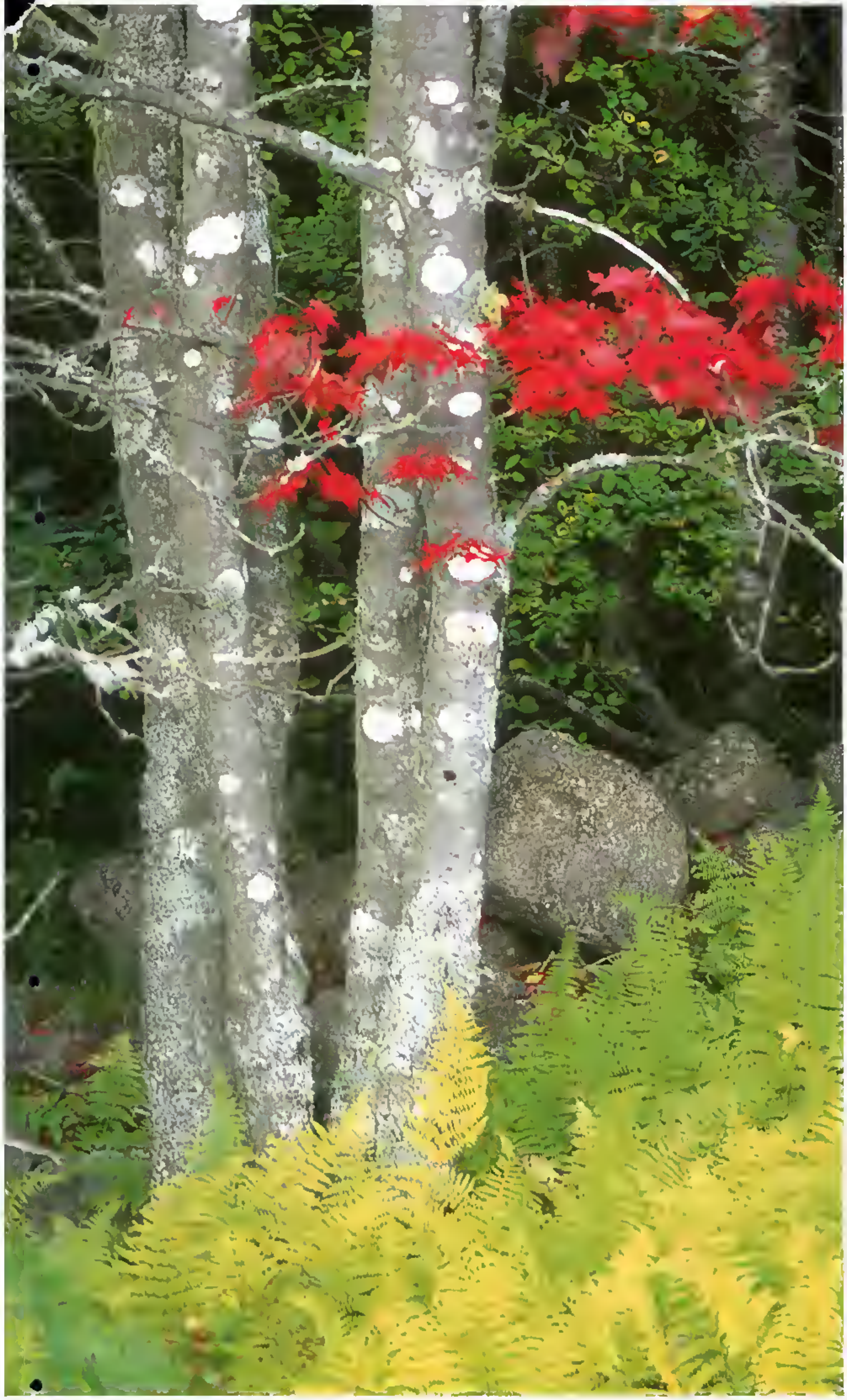
تنمو في بعض المناطق الإستوائية وشبه الإستوائية. وتتميز هذه المناطق بموسم رطب وآخر جاف يتعاقبان كلّ سنة، أو بمناخ أبرد نوعاً ما من مناخ غابة المطر الإستوائية. وتجد هذه الغابات في أميركا الوسطى ووسط أميركا الجنوبية وأفريقيا الجنوبية والهند وشرق الصين وشمال أستراليا وفي الكثير من جزر المحيط الهادىء.

وتحتوي الغابات الإستوائية الموسمية على مجموعة واسعة ومنوّعة من أنواع الأشجار، لكنها ليست بمثل كثرة أنواع أشجار غابات المطر. وتحتوي هذه الغابات أيضاً على عدد أقلّ من النباتات المتسلّقة والنباتات الهوائية. وبخلاف أشجار غابة المطر، فإنّ الكثير من أنواع الأشجار في الغابة الإستوائية الموسمية هو من الأنواع المعبلة. وتوجد الأشجار المعبلة خصوصاً في المناطق التي تشهد فصلاً رطباً وفصلاً جافّاً واضحين. وتسقط أوراق هذه الأشجار في الفصل الجافّ.

ترتفع ظلّة هذه الغابات إلى ٣٠ متراً تقريباً. وتنمو طبقة واحدة من صغار الأشجار تحت الظلّة. ويشكّل الخيزران والنخل طبقة كثيفة من الجنبات، كما تغطّي الأرض طبقة كثيفة من الأعشاب. وتشبه الحياة الحيوانية في هذه الغابات ما تجده في غابة المطر.

الغابات شبه الإستوائية:

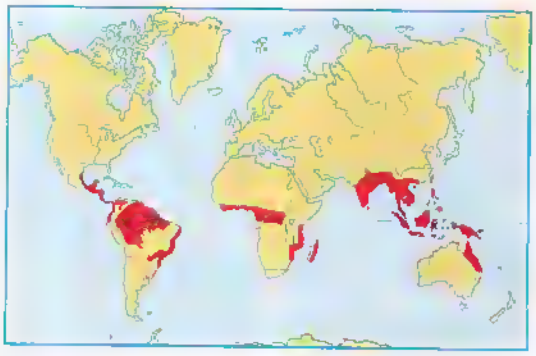
تنمو على سواحل المحيط الأطلسي، وخليج المكسيك في جنوب شرق الولايات المتحدة. وفي هذه المناطق، يبقى المناخ حارّاً ورطباً على مدار السنة.

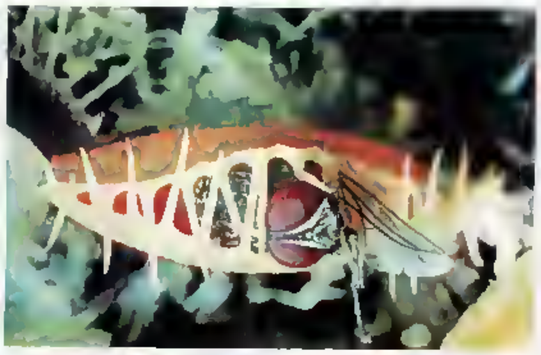


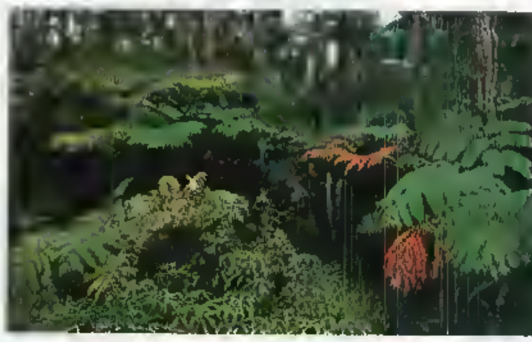
مشهد لغابة المطر

(٣) الأوكابي: حيوان أفريقي من فصيلة الزرافة، ولكنّه غير طويل العنق.

الغابات الإستوائيّة







نبت الأحراج: تنمو ضروب عدة من الخنشار في نبت الأحراج الكثيف الظاهر في الصورة أعلاه. وهناك أيضاً عدد كبير من الأزهار المتعددة اللون، تشمل أنواعاً من السحلبيّات. تفوح من النباتات اللاحمة (إلى اليسار) روائح قوية تجذب الحشرات، فتطبق النباتات عليها وتهضمها.

عالم الحشرات

بسبب الرطوبة المرتفعة التي تسود هذه المنطقة بشكل دائم، تستطيع الحشرات واللافقاريات التي تفتقر إلى الآليات لتضبط سوائل الجسم أن تتكاثر وتنتشر. وتؤدي الحرارة المرتفعة إلى تسريع أيض هذه الحشرات إلى حد بعيد، ما يجعل عدداً كبيراً من الأنواع يبلغ أحجاماً ضخمة. نعيش في الغابات الاستوائية فراشات ويعاسيب وعناكب وديدان، إلخ... تتميز بحجم استثنائي. وتضم هذه الغابات أيضاً أعداداً وفيرة من البرمائيات التي يعيش قسم كبير منها، في الماء الذي تجمعه النباتات في أوراقها الكأسية الشكل.

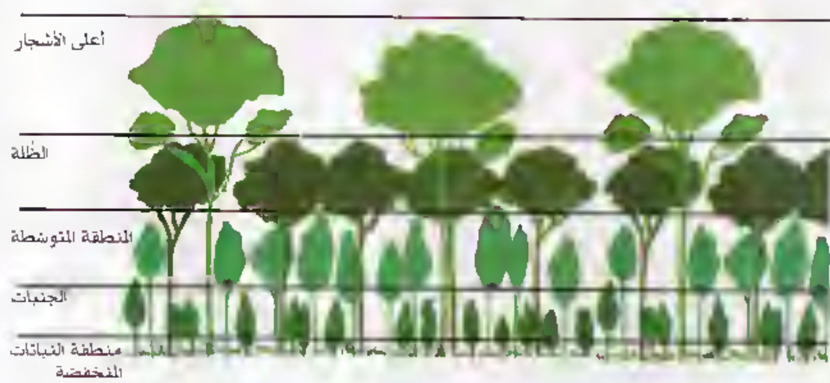




تتميّز منطقة الغابات الإستوائيّة بمناخ حار ورطب ولكن يمكن للمعالم الأخرى أن تختلف من غابة إلى أخرى. توجد الغابات الإستوائيّة في مناطق جبليّة أو في أماكن منخفضة، ويمكن للمطر أن يكون منتظماً طوال أيام السنة أو موسميّاً، كما في المناطق التي تتلقّى الرياح الموسميّة. وينمو أحياناً شجر المانجروف في المستنقعات الساحليّة. ينمو النبات، الذي لا يمرّ بفترة سبات سنويّة، بشكل سريع جداً. من بين الضروب الشجريّة الكثيرة، تطغى أشجار النخيل والأشجار الصلبة الخشب، مثل شجر الماهوجاني والسّاج والابنوس، ويراوح علوّ هذه الأشجار بين ٣٠ و٧٠ متراً. نظراً إلى غزارة الغذاء وتنوّعه في جميع فصول السنة، تضمّ هذه المنطقة وفرةً من الأنواع الحيوانيّة.

الحياة في الأشجار: ان الكثير من الزواحف والثدييات مكيّفة للعيش في الأشجار وهي لا تنزل أبداً إلى الأرض. إلى اليسار، يظهر جيبون، وهو فرد خبير في التنقل عبر الأشجار.

النبات: ينقسم النبات في هذه المنطقة خمس مجموعات مختلفة العلو، تحتل كل مجموعة منها موطنها الخاص. تضم الطبقة العلوية أغصان الأشجار الأكثر ارتفاعاً التي تعلو فوق الظُلّة، وتحت هاتين الطبقتين تمتد الأشجار الأقلّ ارتفاعاً ثم طبقة من الجنبات وأخيراً التربة التي تغطيها النباتات المنخفضة.





العقاب ذو العرف، الذي يكثر في غابات أميركا الجنوبية، هو طائر جارح كبير يقتات بالسعادين فقط.

الحياة في الغابة:

فوق ظلّة الغابة، يمسك عدد كبير من الطيور الجارحة بالعصافير والثدييات الصغيرة التي تجازف في الصعود إلى الأغصان العالية بحثاً عن الطعام.

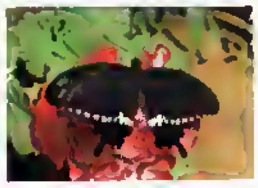
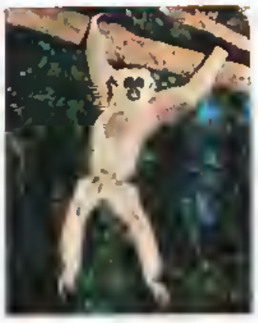
إن الغذاء الذي توفّره الغابة – من الأزهار والثمار في غالبيته – يوجد على نحو شبه حصري في الأشجار. لهذا السبب، طوّرت الحيوانات بعض التكيفات للحياة في الأشجار. ان الأنواع الأكثر عدداً هي تلك التي يقتصر موطنها على أغصان الظلّة، حيث أكبر كميات من الغذاء. تتميّز هذه الأنواع، عادة، بألوان زاهية تتوافق مع محيطها المحصور، وبأشكال نحيفة تسمح لها بالتحرك برشاقة.

لسعادين أميركا الجنوبية أذيال إمساكيّة، وللسناجب الطائرة غشاء متّصل بأطرافها يشكّل نوعاً من الباراشوت. تختلف أشكال مناقير الطيور وفقاً للطعام الذي تأكله: منقار طويل ودقيق لدى العصافير الطنّانة (أو الذبابية) التي تقتات برحيق الأزهار، منقار معقوف وقوي لدى البيغاوات التي تأكل طعاماً صلباً. وتشرب هذه المخلوقات الماء الذي يتجمّع في الأوراق.

بما أن معظم حيوانات الغابة الاستوائية تعيش في الأشجار، فقد تكيّفت الضواري على الحياة في الأشجار. إلى جانب الأنواع الكثيرة من الأفاعي التي تقتات بالطيور والثدييات الصغيرة والبرمائيات والبيض، تطارد الفهود والهررة الوحشية فريستها إلى الأشجار، ولكنها لا تتعدى في معظم الأحوال الأجزاء السفلية من الأشجار حيث تستطيع الأغصان أن تتحمّل ثقلها.

تتميّز عادة الحيوانات التي تعيش على الأرض، حيث يصل القليل من الضوء، بألوان باهتة. على أرض الغابات الاستوائية يعيش الأيّل والظبي والجاموس والخنزير البرّي والتابير والشّيْهَم، إضافة إلى ضروب كثيرة من الأفاعي، منها بعض الأفاعي السامة. ويعتبر النمر أكبر ضواري الغابات الاستوائية وأشرسها، وتعيش أيضاً على الأرض الطيور التي لا تطير جيداً، مثل طير السلطانة والكثير من أنواع التّدرّج والطاووس. تعيش مجموعات من القوارض والحشرات والرخويّات والديدان الألفية والديدان في التحترية الرطبة.





إلى اليسار، من الأعلى: طوقان، فراشة خطّافية الذيل، جيبون وطائر طنّان.
أعلاه: خفّاش مصّاص.
أدناه: سنجاب طائر.
إلى اليمين: تارسير.

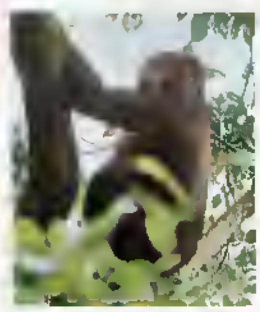


أعلاه: بواء خضراء زمرّدية.



إلى اليمين: شمبانزي.







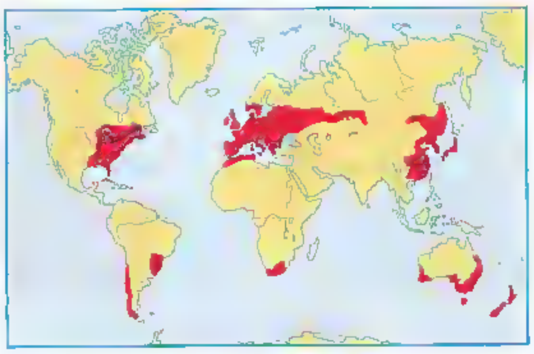

إلى اليسار: فهد، فيل هندي.
أعلاه: دودة القبّة.
أدناه: كسلان.
إلى اليمين: غوريلا، نمر.



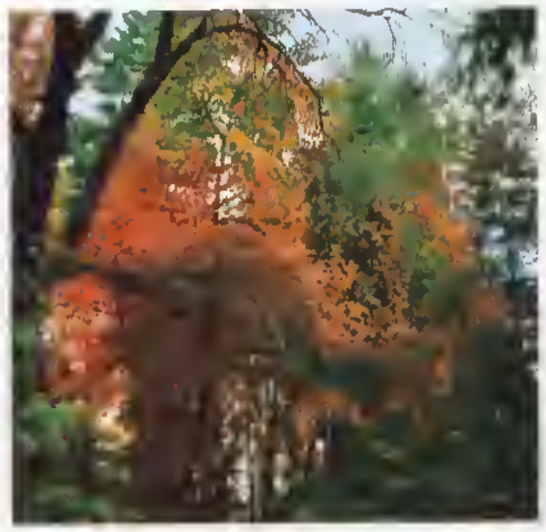
منظر للغابة الإستوائية حيث أشجار النخيل والنباتات الشمسية، وحيث نبت الحراج كثيف جداً



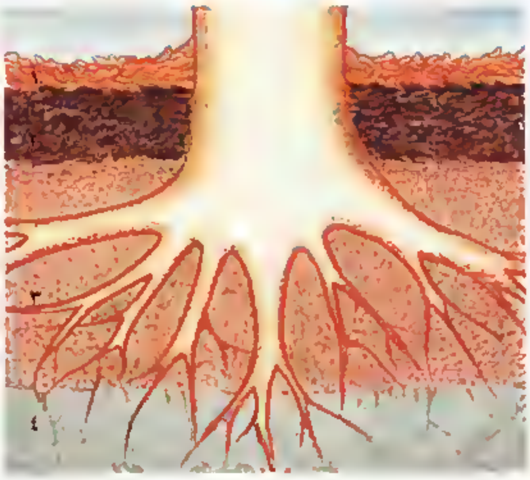
الغابات المعتدلة



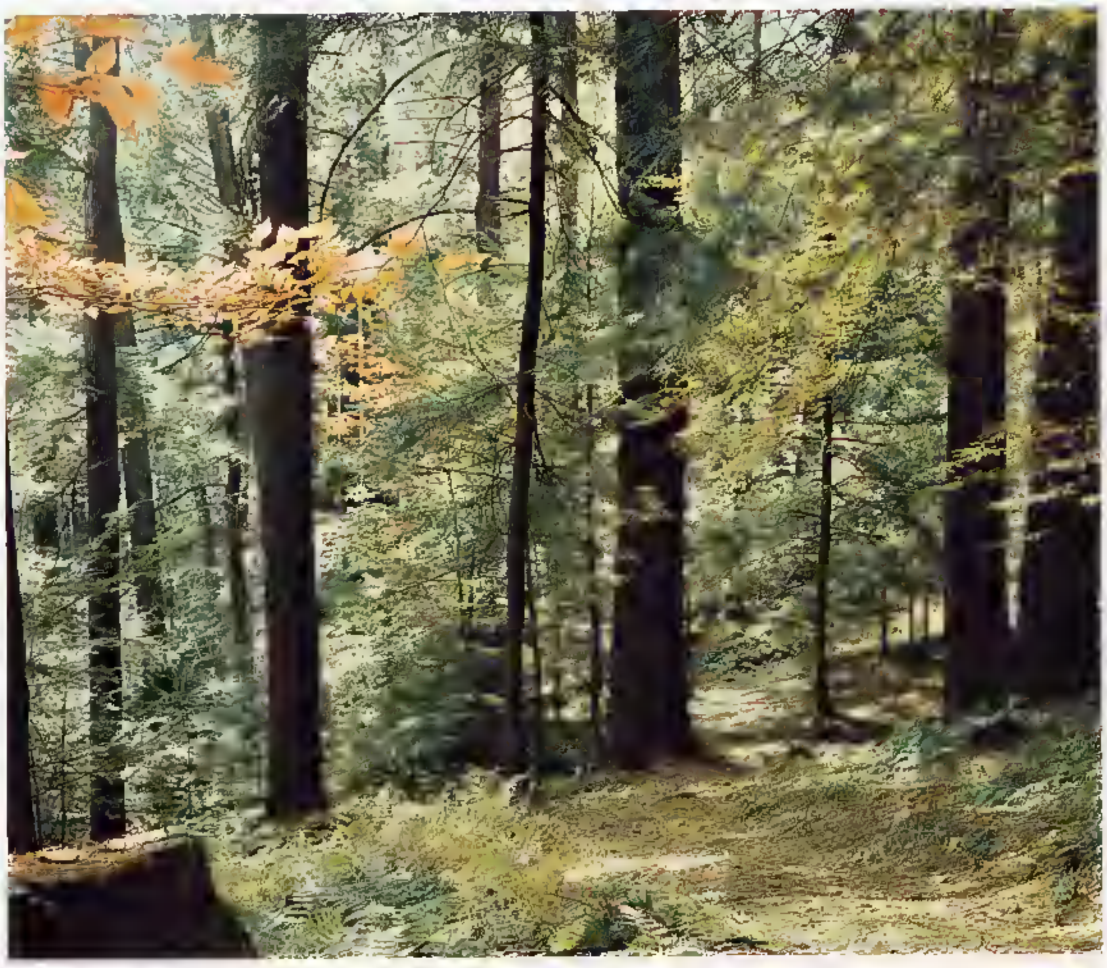




الأوراق النافضة: تتحدد الدورة البيولوجية لدى الأشجار بفعل تغيّر الحرارة، أكثر مما تتأثر باختلاف كميات المطر. في الصيف، تمتص الأوراق أكبر كمية ممكنة من نور الشمس، ولكنها لا تستطيع بسبب بنيتها الدقيقة، أن تتحمل قسوة مناخ الخريف، فتسقط على الأرض. في الشتاء، تعيش الشجرة من مخزونها.



التربة: هناك أربع طبقات في المقطع العرضي لتربة غابة ذات أشجار عريضة الأوراق (أشجار نفضية): (١) الطبقة السطحية، تتألف من بقايا حيوانية (براز وجيف) ومواد نباتية (أوراق ميتة، إلخ)؛ (٢) الدُبال؛ (٣) الطبقة المتوسّطة، لا تحوي سوى القليل من المواد العضوية المتحللة في شكل جسيمات صغيرة، وتتألف في معظمها من مواد غير عضوية؛ (٤) القاعدة الصخرية والرملية حيث تبدأ الطبقات الجيولوجية الأديمية الفعلية. في مرحلة أولى، تتعرض كتلة الأوراق الساقطة على الأرض لعمل الديدان الحلقية والمفصليات (حشرات، عناكب، الخ)، من ثم تحولها الجراثيم المحلّلة إلى مادة غير عضوية.

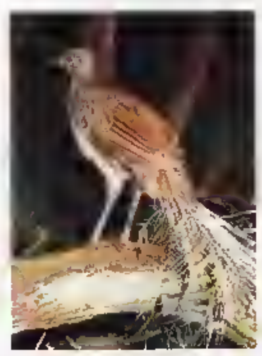


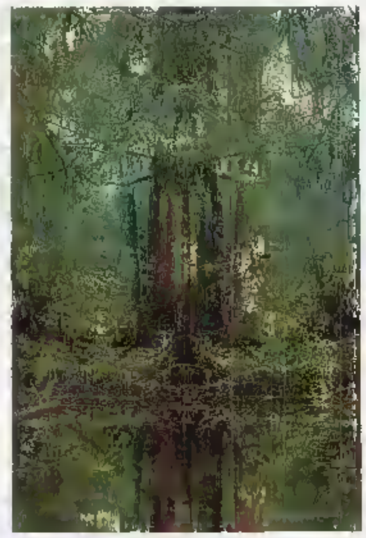
توجد الغابات النفضية في المناطق المعتدلة حيث الرطوبة ثابتة طوال السنة. والشتاء، مع كونه قصيراً، قاسٍ بما فيه الكفاية لإبطاء الدورة البيولوجية لدى الأشجار. في الفصل البارد، تنفض الأشجار أوراقها على الأرض حيث تتعرّض، أولاً، لعمل الديدان وحمير القبّان (دويبات كثيرة الأرجل) وغيرها من المخلوقات، ثم يأتي دور الجراثيم التي تحلّلها لتشكل أملاحاً معدنية تغني التربة وتسمح بنمو نبات أحراج Undergrowth كثيف. ان تدخل الإنسان في هذه المنطقة قد قلّص مساحة الغابات إلى حد بعيد. فقد كانت الغابات النفضية تغطي في ما مضى قسماً كبيراً من أميركا الشمالية وأوروبا الوسطى وآسيا الوسطى واليابان والتشيلي والأرجنتين.





الغابة الاسترالية: أثّرت عزلة استراليا الجغرافية في تطوّر الحيوانات والنباتات فيها. تتألف الغابة المعتدلة الاسترالية بمجملها تقريباً من ضروب من شجر الاوكاليبتوس. ويعيش فيها عدد كبير من الجرابيات (إلى اليسار: الكوال)، وأيضاً الكثير من الطيور (إلى اليمين: الطائر القيثاري).



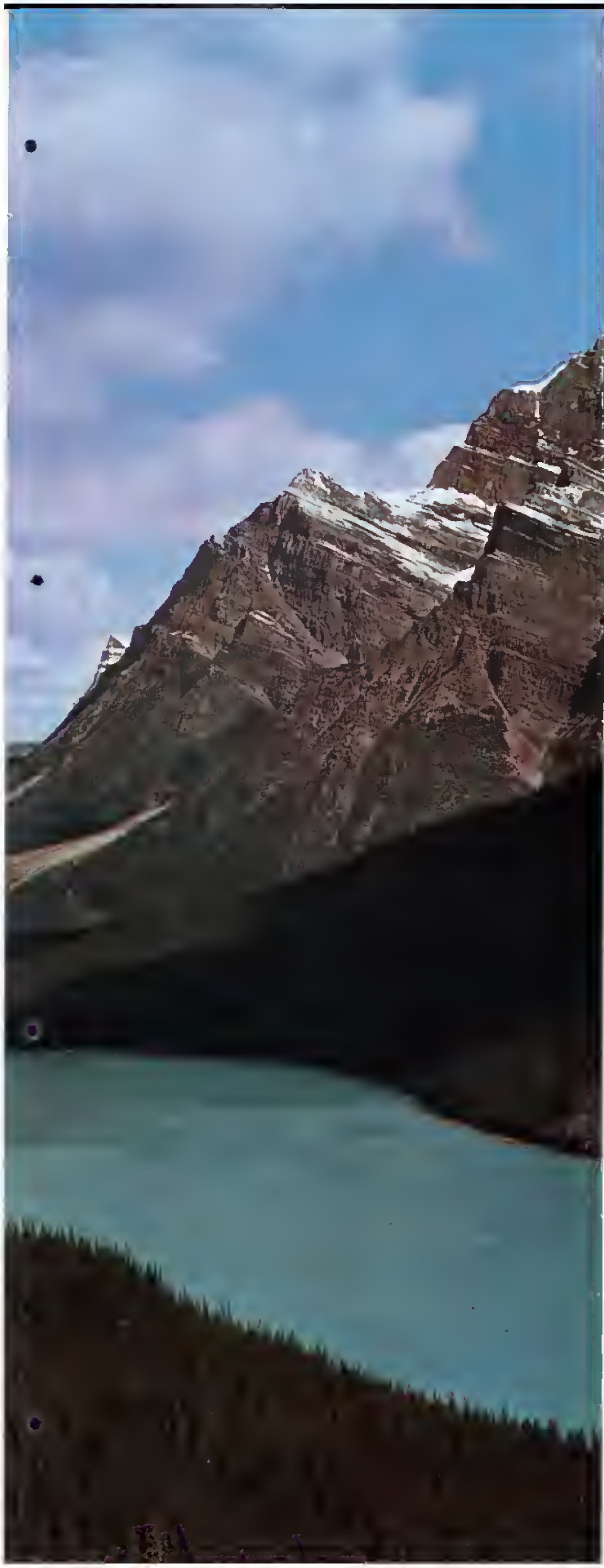









الحرج: هو اسم آخر للغابة. ويستعمل بعض الناس هذا التعبير للدلالة على غابة، ظلّتها غير كثيفة. ويُقصد بالظلّة: الطبقة العليا من الأشجار المورقة في الغابة. وهي تتألّف من تيجان أو رؤوس الأشجار. وتختلف كثافة الظلّة، من غابة إلى أخرى، تبعاً لنوعها. فالظلّة غير الكثيفة تسمح بمرور كامل لأشعّة الشمس، بينما تمنع الظلّة الكثيفة معظم أشعّة الشمس من الوصول إلى أرض الغابة.



الغابات المعتدلة المعبلة:

تنمو في شرق أميركا الشمالية، وأوروبا الغربية، وشرق آسيا. ويسود هذه المناطق مناخٌ معتدل يتّصف بصيف حارّ وشتاء بارد.

ترتفع ظلّة الغابات المعتدلة المعبلة إلى ٣٠ متراً تقريباً. ويطغى في الظلّة نوعان أو أكثر من الأشجار. ومعظم أشجار هذه الغابات هو أشجار عريضة الورق ومعبلة، تطرح أوراقها في الخريف. ويمكن أن تكون طبقات الشجر الصغير والجنبات والعشب، كثيفة جدّاً. وتتميّز الطبقة العشبية بفترتَي نموّ في السنة الواحدة. وتظهر نباتات النموّ الأوّل في أوائل الربيع، قبل أن تنبت أوراق جديدة على الأشجار. وتموت هذه النباتات مع حلول الصيف، وتحلّ محلّها نباتات تنمو في ظلّ الظلّة المورقة.

ومن الحيوانات الكبيرة التي تعيش في الغابات المعتدلة المعبلة، نذكر الدبّ والأيل، ونادراً، الذئب. وتؤوي هذه الغابات، أيضاً، مئات الثدييات الأصغر حجماً والطيور. ويهاجر الكثير من الطيور جنوباً في الخريف، ويُسْبِت بعض الثدييات في الشتاء.

يغطّي بعضَ المناطق المعتدلة غاباتٌ دائمة الخضرة ومعبلة مختلطة. ففي منطقة البحيرات الكبرى في أميركا الشمالية، مثلاً، يعزّز الشتاء البارد نموّ غابات مختلطة من الأشجار المعبلة والدائمة الخضرة. وتنمو غابات من أشجار الصنوبر الدائمة الخضرة وأشجار السنديان والقاريّة المعبلة، في السهول الساحلية الجافّة في جنوب شرق الولايات المتحدة.

الغابات المعتدلة الدائمة الخضرة:

في بعض المناطق المعتدلة، تعزّز البيئة نموّ الغابات الدائمة الخضرة. وتنمو هذه الغابات في المناطق الساحلية التي تتميّز بشتاء لطيف يشهد سقوط كمية كبيرة من الأمطار. وتشمل هذه المناطق الساحل الشماليّ الغربيّ لأميركا الشمالية والساحل الجنوبيّ لتشيلي والساحل الغربيّ لنيوزيلاندا والساحل الجنوبيّ الشرقيّ لأستراليا. وتغطّي الغابات المعتدلة الدائمة الخضرة، كذلك، السفوح الجبلية المنخفضة في آسيا وأوروبا وغرب أميركا الشمالية. ففي هذه المناطق، يعزّز المناخ البارد نموّ الأشجار الدائمة الخضرة.

وتختلف الطبقات الحرجية والنباتات والحيوانات اختلافاً كبيراً بين غابة معتدلة دائمة الخضرة وأخرى. فعلى سبيل المثال، إنّ الغابات الدائمة الخضرة التي تنمو في جبال آسيا وأوروبا وأميركا الشمالية تتكوّن من الصنوبريّات، فيما تتكوّن الغابات الساحلية في أستراليا ونيوزيلاندا من أشجار دائمة الخضرة وعريضة الورق.

الغابات الجبلية الدائمة الخضرة:

تنمو فوق سفناء التلال السفحيّة الجبلية في غرب الولايات المتحدة وكندا. ويصبح المناخ في الجبال عموماً أبرد وأرطب، وتشتدّ فيها الرياح مع ازدياد الإرتفاع. وتُعرف غابات السفوح المنخفضة والمتوسّطة بالغابات الجبلية، فيما تُعرف غابات السفوح المرتفعة بالغابات شبه الألبية.

الغابات الشمالية (التيجة):

تشغل منطقة الغابات الشمالية حوالى ١٧٪ من مساحة اليابسة، على شكل حزام يحيط بالقطب في أقصى النصف الشماليّ للكرة الأرضية. وإلى الشمال وراء هذا الحدّ، تندمج الغابة الشمالية مع سهول التندرة المحيطة بالقطب. وتتميّز هذه الغابة عموماً بوجود عدد محدود من أنواع الصنوبريّات، وهي الصنوبر والبيسية واللاركس (الأرزيّة) والتنّوب؛ كما يتميّز بدرجة أقلّ، بوجود بعض أنواع الأشجار المعبلة مثل البتولا والحور. وتبلغ هذه الأشجار خطوط العرض الأعلى بين كلّ الأشجار الأخرى على الأرض. وقد تلاءمت النباتات والحيوانات الشمالية مع فصول النموّ القصيرة التي يطول فيها النهار، ويتحوّل المناخ من بارد إلى دافىء. وفصل الشتاء في هذه المناطق طويل وشديد البرودة، والنهار قصير؛ والقاعدة السائدة هي تراكم الثلوج بشكل دائم. وتُظهر الغابات الشمالية في أميركا الشمالية وأوروبا وآسيا أوجهَ شبهٍ كثيرة، حتّى أنّها تتشارك بوجود بعض أنواع النبات والحيوان. ويُشار إلى الغابات الشمالية في روسيا وسيبيريا خصوصاً، باسم التيجة أي «القضبان الصغيرة»، وهو لقب أصبح الآن معتمداً بشكل واسع، كبديل لعبارة الغابة الشمالية.

المنشأ: خلال الفترة النهائية من البرودة الشديدة (من ٢٣,٠٠٠ إلى ١٦,٥٠٠ سنة مضَتْ)، وفي الحقبة المتأخرة من العصر الجليديّ الحديث الأقرب (البليستوسين) (الذي انتهى منذ عشرة آلاف سنة)، كانت الأنواع التي تشكّل اليوم الغابة الشمالية، قد تراجعت إلى خطّ العرض ٣٠ درجة شمالاً بسبب أنهار الجليد القارّية في أوروبا وآسيا وأميركا الشمالية، وأيضاً بسبب البيئة المفرطة في الجفاف والبرودة، في آسيا وأميركا الشمالية، وهي مناطق لم يطلْها الجليد. وحين بدأت جبال الجليد بالإنحسار تدريجيّاً منذ حوالى الـ ١٨,٠٠٠ سنة، أخذت أنواع النباتات في الغابة الشمالية بالتقدّم شمالاً في أوروبا وأميركا الشمالية. وكان زحف الغابة باتّجاه الشمال، في شرق أميركا الشمالية ووسطها، يتمّ بثبات وبشكل تدريجيّ نسبيّاً. ولكن، ومنذ حوالى ٩,٠٠٠ سنة في غرب كندا، توقّف هذا الزحف بشكل استثنائيّ، عندما انتشرت بسرعة أشجارُ البيسية البيضاء على مسافة ٢,٠٠٠ كم باتّجاه الشمال في الأراضي التي كان الجليد قد تركها حديثاً، وجرى ذلك في غضون ألف سنة فقط. وبنتيجة هذا الإنتشار السريع، تناثرت البذور النباتية، وساعدتها بذلك قوّة الرياح الشمالية التي يسبّبها تيّار هوائيّ يدور باتّجاه عقارب الساعة، حول الغطاء الجليديّ المتبقّي، شمال ولاية كيبك في كندا والقسم الغربيّ من خليج هدسون.

وكانت، في ذلك الوقت، كميّاتٌ كبيرة من المياه توجد على الأرض بشكل جليد، الأمر الذي جعل مستوى سطح البحار أكثر انخفاضاً ممّا هو عليه اليوم؛ وسمح بالتالي لأنواع برّيّة مختلفة بالهجرة. وكان عدد كبير من الجزر الحالية، متّصلاً آنذاك بالبرّ المجاور؛ فالجزر البريطانية مثلاً، كانت متّصلة بأوروبا. وحين بدأ المناخ يصبح أكثر دفئاً في المراحل الأخيرة من العصر الجليديّ، وقبل أن ترتفع



تمتد التيجة إلى جنوب التندرة في المناطق القارية التي تشهد شتاء طويلاً وقاسياً، كما في أوروبا الشرقية وسيبيريا وأميركا الشمالية: الضروب الرئيسية من الأشجار التي تنمو في التيجة هي من الأشجار الصنوبرية ومنها الراتينجية والأرزيّة، وبجوار الماء، القيقب الجبلي والحور والصفصاف والبتولا. تغطي الغابات الصنوبرية مساحة شاسعة من الأرض، وتتجاور فيها الأشجار على نحو متقارب وكثيف. أما نبت الأحراج Undergrowth، المؤلّف من الجنبات والعليق، فليس كثيفاً جداً. تربة التيجة فقيرة وأحياناً سبخية. على رغم فقر البيئة النسبي، توفّر التيجة الغذاء طوال السنة للحيوانات المنوّعة التي تسكنها. ومن هذه الحيوانات الذئب والدب والثعلب والغُرَيْر والقندس والمرموط والقاقُم والدَّلَق والوَشَق والإلكة والسنجاب والأرنب البريّ والقَرْزَبيل والعقاب وأبو زريق وكثير غيرها.

مياه البحر إلى مستواها الحالي، هاجر إلى بريطانيا، عددٌ من حيوانات ونباتات الأرض الأصلية للغابة الشمالية الأوروبية. وتوجد هذه النباتات والحيوانات اليوم كجزء من الغابة الشمالية في هضاب اسكوتلاندا (الهاي لاندز). أمّا المناطق المنخفضة في وسط ألاسكا (الولايات المتحدة) ووسط مقاطعة يوكون في كندا، وفي أقصى شرق روسيا، والتي تميّزت بمناخ حارّ لا يسمح بتشكّل غطاء جليديّ، فقد كانت تتّصل ببعضها عن طريق جسر بيرينج البرّيّ، والذي هاجرت عبره عدّةُ أنواعٍ من الحيوانات. وكنتيجة لذلك، يمكن ملاحظة وجود تدرّج في مواصفات النبات في ألاسكا، يبدأ في الأشكال الأميركية الشمالية النموذجية في الشرق، وينتهي بالنباتات التي تحمل الخصائص الأوروبية الآسيوية في الغرب.

التوزّع: الغابات الشمالية في أوراسيا وأميركا الشمالية، هي حزامٌ عريض من النباتات، يمتدّ على كلّ من القارّات المذكورة، بدءاً من سواحل المحيط الأطلسيّ وحتّى سواحل المحيط الهادىء. وتحتّل الغابات الشمالية في أميركا الشمالية، معظم أراضي كندا وألاسكا. وعلى الرغم من أنّ بعض أنواع الغابات الإنتقالية ذات الصلة بالغابات الشمالية، موجود في شمال الولايات المتحدة، إلّا أنّ الغابة الشمالية الحقيقية تنتهي شمال الحدود الكندية الجنوبية. وتمتدّ التيجة (الغابة الشمالية) الواسعة في آسيا عبر روسيا، ثم تتوجّه جنوباً إلى شمال شرق الصين ومنجوليا. أمّا في أوروبا فتغطّي الغابة الشمالية معظم أنحاء فنلندا والسويد والنروج. وتفتقر المنطقة الصغيرة والمعزولة من الغابة الإستوائية في هضاب اسكوتلاندا، إلى بعض الأنواع القاريّة، إلّا أنّها تحتوي على النوع الصنوبريّ الأكثر انتشاراً في غابة أوراسيا الشمالية، أي الصنوبر الاسكوتلاندي.

وتتحكّم عادة، بالموقع الذي تحتلّه الغابة الشمالية، عواملُ مثل درجة الدفء خلال فصل النموّ وحرارة التربة ودرجة الحرارة الدنيا في الشتاء. ويتألّف حزام الغابة الشمالية من ثلاث مناطق متوازية تقريباً، وهي: الغابة الظلّيّة المغلقة، وحرج الأشنة أو التيجة غير الكثيفة، وغابة التندرة. وتشكّل الغابة الظلّيّة المغلقة، القسمَ الذي يقع في أقصى الجنوب من التيجة، وهو يعتبر من أغنى المناطق تنوّعاً والأكثر مردوداً، كما يتميّز بالتربة الأكثر دفئاً وموسم النموّ الأطول. وإلى الشمال من هذه الغابة، تقع منطقة أصغر على الخطّ الموازي، وهي حرج الأشنة – عبارة عن غابة غير كثيفة أو حرج لا يأخذ الجزء الأعلى المنفصّن منه، شكلَ الظلّة. وتشكّل حصائر الأشنة وشبه نباتات المراعي القطبية أو التندرة، قسماً كبيراً من غطاء الأرض. وإلى الشمال من حرج الأشنة، تقع غابة التندرة، التي تنمو على طول شمال حدود المنطقة التي تنبت فيها الأشجار (خطّ الأشجار). وتنتشر على تقطّع، بقعٌ من الأشجار المتنوّعة، في مناطق محدودة من الطبيعة، فتشكّل مع التندرة تشكيلة معقّدة من الفسيفساء. والمعروف عن الكثير من أشجار منطقة غابة التندرة بأنّها لا تحمل بذوراً قابلة للحياة، وهي إن فعلت، يكون ذلك بشكل متقطّع. وقد ترسّخ وجود هذه الأشجار خلال الحقبات المناخية الأكثر دفئاً، منذ بضع مئات إلى بضعة آلاف من السنين الفائتة، واستمرّت منذ تلك الحقبة عن طريق التكاثر اللاتزاوجيّ. وتتسبّب حرائق الغابات بإزالة الأشجار من هذه المنطقة. وبسبب عدم قدرتها على التكاثر، فإنّ ما يبقى منها فقط هو بقع الأشجار التي لا تطاولها النيران.

ولا تتوزّع الغابات المغلقة أو منطقة التيجة الجنوبية وفقاً لمحور شرقيّ–غربيّ دقيق في كلتا القارّتين. فعلى الحدود الغربية لأوروبا، يسمح الدفء الذي يولّده تيار الخليج (الجولف ستريم)، بنموّ الغابات الظلّيّة المغلقة في الشمال الأقصى من الموقع الذي تحتلّه، أي عادة بين ٦٠° و٧٠° شمالاً. يضاف إلى هذا أنّ تيار اليابان (تيار كوروشيو) وتيار المحيط الهادىء الشمالي، غرب أميركا الشمالية، يتسبّبان بدفء المناخ وانحراف الغابات إلى داخل ألاسكا ومقاطعة يوكون في كندا. وعلى الحدود الشرقية للقارّتين، تتسبّب كتل الهواء القطبية الباردة التي تهبّ جنوباً على طول هذه الشواطىء، في انحراف الغابة الشمالية نحو الجنوب، إلى ما بين خطّي العرض ٥٠° و٦٠° شمالاً، وهي أقصى الحدود الجنوبية للغابات الشمالية، إذ أنّه إلى الجنوب من هذه الغابات، توجد في مناطق أوروبا وشرق أميركا الشمالية الرطبة، غابات شمالية انتقالية، أشجارها نفضية ذات أوراق عريضة. وتتوزّع في هذه الغابات بقعٌ صغيرة من الصنوبريات الشمالية على المواقع الأكثر برودة والأقل خصباً، كالأراضي الخثّية الرطبة. وفي الوسط القاحل للقارّتين، تقع فسحة حرجيّة من الأشجار والمروج، على الحدود الجنوبية من الغابة الشمالية الظلّيّة المغلقة.

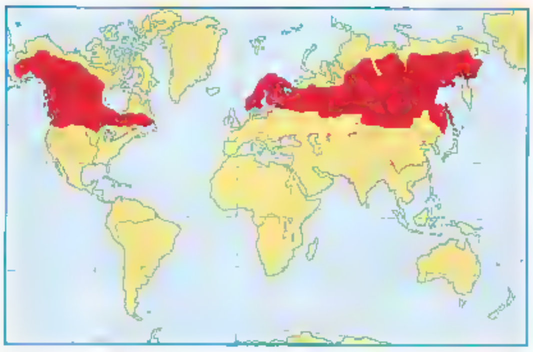
إنّ الأجزاء الوسطى من أوراسيا وأميركا الشمالية هي مناطق منبسطة أو خفيفة الإنحدار. وتكون الحدود الشمالية والجنوبية للغابات الشمالية، في هذه الأجزاء، واسعة ومتدرّجة. وقد تبدّل موقع هذه الحدود عدّة مرّات، بمقدار يصل إلى ٢٠٠ كيلومتر في فترة الآلاف الأخيرة من السنين. وفي المقابل، تكوّنت حدود واضحة، ولو معقّدة، بين الغابات الشمالية (التيجة) والتندرة الألبيّة على جبال ساحل المحيط الهادىء في غرب أميركا الشمالية، وفي أقصى شرق روسيا. وبشكل عام، فإنّ الغابات الشمالية، لا تتصل بغابة المطر الرطبة والمعتدلة أو شبه القطبية على ساحل ألاسكا ومقاطعة كولومبيا البريطانية، وذلك بسبب الحاجز الذي تشكّله الجبال العالية. إلّا أنّ بعض المناطق القليلة الإرتفاع يضمّ مناطق انتقالية، غالباً ما تتميّز بوجود أشجار هجينة من نوعَي التنّوب والبيسيّة البيضاء. أمّا في النروج واسكوتلاندا، فيحتلّ شكل مختلف من الغابات الشمالية بيئات شديدة الرطوبة.

إنّ كلّ شبكات الأنهر الكبرى في الغابات الشمالية في سيبيريا (روسيا)، بما فيها أنهر الأوب، الينيسي ولينا، تجري عملياً باتّجاه الشمال. ويشكّل نهر الأوب في غرب سيبيريا، حوضاً واسعاً من الأرض المنخفضة، تغطّي نسبةٌ كبيرةٌ من سطحه، أراضٍ خثّيّة رطبة. ولا تتواجد عادة غابات ظلّيّة مغلقة في مثل هذه الأوضاع داخل المنطقة الشمالية.



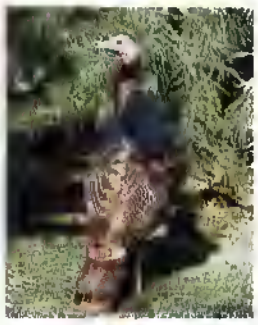
الأشجار: تتميّز الراتينجية البيضاء بشكل مخروطي وأوراق ابرية ولحاء رمادي فاتح. وتتصف الراتينجية الحمراء بأغصان تنثني إلى الأسفل وأوراق ابرية صغيرة ولحاء بنّي ضارب إلى الحمرة. الأرزيّة شجرة نفضية تحمل أوراقاً ابرية طرية صغيرة ولها لحاء سميك. ويحمل الصنوبر أوراقاً ابرية طويلة ورفيعة.

الغابات الشمالية (التيجة)





التربة: يعزّز مناخ التيجة الرطب والبارد تراكم المواد العضوية الميتة في الطبقة العلوية من التربة(١)؛ تجري عملية تشكل الدُّبال على نحو بطيء. فنظراً إلى ندرة الجراثيم وديدان الأرض، يستغرق تحلل المواد العضوية وقتاً طويلاً. يجرف المطر المعادن الأساسية مثل الحديد والألومنيوم إلى الطبقات السفلى(٢). طبقة متراصة تمتد فوق صخر الأديم(٣).



في الأحراج الصنوبرية: لا تستطيع أن تعيش في هذه البيئة إلا طيور متكيّفة على نحو خاص. يقتات الديك الرومي (إلى اليسار)، كطيور أخرى مماثلة، بأوراق الصنوبر الابرية. توجد الإلكة (أدناه) في كل المناطق القطبية، وهناك عدد كبير من الأنواع المماثلة لها.





تمتد التيجة إلى جنوب التندرة في المناطق القارية التي تشهد شتاء طويلاً وقاسياً، كما في أوروبا الشرقية وسيبيريا وأميركا الشمالية: الضروب الرئيسية من الأشجار التي تنمو في التيجة هي من الأشجار الصنوبرية ومنها الراتينجيّة والأرزيّة، وبجوار الماء، القَيْقَب الجبلي والحور والصفصاف والبتولا. تغطي الغابات الصنوبرية مساحة شاسعة من الأرض، وتتجاور فيها الأشجار على نحو متقارب وكثيف. أما نبت الأحراج Undergrowth، المؤلَّف من الجنبات والعليق، فليس كثيفاً جداً. تربة التيجة فقيرة وأحياناً سبخيّة. على رغم فقر البيئة النسبي، توفّر التيجة الغذاء طوال السنة للحيوانات المنوّعة التي تسكنها. ومن هذه الحيوانات الذئب والدب والثعلب والغُرَيْر والقندس والمرموط والقاقُم والدَّلق والوَشَق والإلكة والسنجاب والأرنب البري والقَرْزَبيل والعقاب وأبو زريق وكثير غيرها.

الجوارح: تصطاد جوارح التيجة الكبيرة في فرجات الغابات، حيث تنقض على فريستها وتحملها بعيداً.



العقاب الملكي

الصيادون الماهرون





تشكّل القوارض والزواحف والطيور الكثيرة التي تعيش في التيجة، الفريسة المعتادة لفصيلة العِرسيات (غُرَير الحيل (إلى اليسار)، ابن عرس، القاقم، الخ). تصطاد اللواحم الكبيرة، أي الدببة والذئاب (إلى أقصى اليسار)، الأيائل والإلكة، ولكنها ترضى بفريسة أصغر في حال لم تجد فريسة كبيرة بما فيه الكفاية لتشبعها.

السفناء:

السفناء أنواع من النبات، تنمو في ظروف مناخية حارّة وجافّة موسمياً. وهي تتميّز بظلّة غير كثيفة، تشكّلها الأشجار المبعثرة التي تظلّل بساطاً من الأعشاب الطويلة. وتوجد أوسع مناطق السفناء في أفريقيا وأميركا الجنوبيّة وأستراليا والهند، وفي منطقة مياغار - تايلاندا، وفي جمهوريّة مالاجاسي (مدغشقر).

المنشأ: ظهرت السفناء بعد الإنحسار التدريجي للأمطار، في المناطق المحيطة بالمداريْن، خلال الدهر الجيولوجي الحديث (سينوزوي) (الذي يمتدّ منذ ٦٥ مليون سنة إلى عصرنا الحالي)، وخصوصاً خلال ٢٥ مليون سنة الفائتة. ولقد ظهرت الأعشاب، وهي النباتات المسيطرة على السفناء، منذ حوالى ٥٠ مليون سنة خلت، رغم أنّ بعض أشكال الحياة النباتيّة الشبيهة بالسفناء والخالية من العشب، قد يكون ظهر قبل تلك الفترة. وتزوّدنا متحجّرات أميركا الجنوبيّة، بدلائل تتعلّق بحياة نباتيّة متطوّرة إلى حدّ بعيد وغنيّة بالأعشاب، يُعتقد أنّها مساوية للسفناء الحديثة، كانت موجودة منذ العصر الثلثي الأوسط البدائي (الميوسين)، أي منذ حوالى ٢٤ مليون إلى ٥ ملايين سنة.

وكانت برودة المناخ قد أصبحت ثابتة على الأرض، في ذلك العصر. وقد أدّى انخفاض درجة حرارة سطح المحيطات إلى الحدّ من كميّات المياه المتبخّرة، الأمر الذي أدّى بدوره إلى إبطاء الحلقة الهيدرولوجيّة بكاملها، وبالتالي إلى نقص في تشكّل الغيوم وتساقط الأمطار والثلوج. وقد تأثّرت بذلك، بشكل رئيسي، النباتات الواقعة في مناطق خطوط العرض الوسطى، أي بين مناطق خطّ الإستواء الممطرة والمناطق المعتدلة الرطبة والمتوسّطة البرودة.

إنّ المناطق الرئيسيّة التي ظهرت فيها السفناء بفعل هذه التغيّرات المناخيّة الطويلة المدى، أي أميركا الإستوائيّة وأفريقيا وجنوب آسيا وأستراليا، كانت في ذلك الحين قد سبق وانفصلت عن بعضها، بحواجز شكّلتها المحيطات. وتعذّرت بالتالي هجرة النباتات عبر تلك الحواجز، ما جعل تفاصيل ظهور السفناء مختلفة، على كلّ قارّة. وتطوّرت في كلّ منطقة، أنواعٌ مختلفة من النبات والحيوان، واحتلّت موطنها الجديد والجافّ موسمياً.

تزايد انتشار السفناء على حساب الغابات، وذلك خلال الفترات الطويلة الجافّة والمعتدلة البرودة، المتزامنة مع العصر الجليديّ الحديث الأقرب (البليستوسين)، أو الحقبات الجليديّة في المناطق المعتدلة، خلال العصر الجيولوجي الرابع (الممتدّ منذ ١،٦ مليون سنة وحتّى عصرنا الحالي). إنّ دراسة غبار الطلع المتحجّر الموجود في ترسّبات من مواقع في أميركا الجنوبيّة وأفريقيا وأستراليا، تدعم هذه النظريّة بقوّة.

عندما ظهر الإنسان أوّلاً في أفريقيا، بدأ باتّخاذ مواقع له في السفناء. وعندما أصبح أكثر مهارة في تعديل محيطه لكي يتلاءم مع حاجاته، توزّع بعد ذلك في آسيا وأستراليا والأميركتين. وهكذا، فإنّ تأثيره على طبيعة السفناء وتطوّرها، كان أمراً مفروضاً بقوّة على النمط الطبيعي، فتضاعف بذلك التنوّع الذي يمكن مشاهدته بين أنواع السفناء. وتخضع السفناء في العالم اليوم لمرحلة أخرى من التغيّرات، حيث يصطدم التوسّع السكّاني الحديث بالحياة النباتيّة والحيوانيّة.

البيئة: تنمو السفناء إجمالاً في المناطق المدارية بين ٨° و٢٠° من خطّ الإستواء، حيث الظروف المناخيّة دافئة إلى حارّة في كلّ الفصول، وحيث الأمطار لا تسقط إلّا لبضعة أشهر في السنة، وذلك تقريباً من شهر تشرين الأول حتى آذار في نصف الكرة الجنوبي، ومن شهر نيسان إلى أيلول، في النصف الشمالي منها. ويبلغ معدّل تساقط الأمطار السنويّ عادة، من ٨٠٠ إلى ١٥٠٠ ملم، على الرغم من أنّه قد ينخفض في بعض المواقع في وسط القارّات، إلى ٥٠٠ ملم. ومع أنّ فصل الجفاف هو عموماً أطول من فصل الأمطار، إلّا أنّه يتغيّر بشكل ملحوظ من شهرين إلى أحد عشر شهراً. ويتراوح متوسّط الحرارة الشهريّ من حوالى ١٠° إلى ٢٠° مئويّة، في فصل الجفاف، ومن ٢٠° إلى ٣٠° مئويّة في فصل الأمطار.

يمكن تقسيم السفناء إلى ثلاث فئات، السفناء الرطبة، السفناء الجافّة والأجمات الشائكة، وذلك بحسب طول فصل الجفاف. ففي السفناء الرطبة، يدوم فصل الجفاف النموذجي من ثلاثة إلى خمسة أشهر؛ ويدوم في السفناء الجافّة، من خمسة إلى سبعة أشهر؛ أمّا في الأجمات الشائكة، فيبقى فصل الجفاف لفترات أطول. وهناك تصنيف بديل للتصنيف السابق، يتضمّن غابات السفناء وفيها أشجار وشجيرات تشكّل ظلّة تحجب الضوء، وسفناء الشجر حيث الأشجار والشجيرات متفرّقة، وسفناء الشجيرات وتضمّ شجيرات مبعثرة، وأخيراً السفناء العشبيّة التي تغيب عنها عادة الأشجار والشجيرات. وهناك اقتراحات أخرى للتصنيف بالإضافة إلى التصنيفين السابقين.

وعلى الرغم من الفوارق الموجودة بينها، فإنّ كلّ أنواع السفناء تتشارك بعدد من الخصائص البنيويّة والوظائفيّة التي تميّزها. ويتمّ تعريف السفناء عادة، بأنّها أنواع من الحياة النباتيّة الإستوائيّة أو شبه الإستوائيّة، يغطّي أرضها بساط ممتدّ من الأعشاب ينغرس فيه بشكل عرضيّ، بعض الأشجار والشجيرات. وتوجد هذه الأنواع في المناطق التي تندلع فيها حرائق الأجمات، وحيث ترتبط أنماط النموّ الرئيسيّة ارتباطاً وثيقاً بتناوب فصول الأمطار والجفاف. ويمكن اعتبار السفناء، من الناحيتين الجغرافية والبيئيّة، مناطق إنتقاليّة بين غابات مطر المناطق الإستوائيّة وبين الصحاري الموجودة على خطوط العرض الأبعد شمالاً وجنوباً.

إنّ التمييز بين السفناء والأنواع الرئيسيّة الأخرى من الحياة النباتيّة، كالغابات الإستوائيّة المعبلة وأراضي الشجيرات، والأراضي العشبيّة هو تمييز اعتباطيّ نوعاً ما. فالإنتقال من نوع إلى آخر، يتمّ عبر سلسلة من الحلقات المتّصلة، وغالباً بدون حدود واضحة تفصل بين الأنواع. هذا بالإضافة إلى أنّ الحياة النباتيّة هي حياة غير ثابتة وتتغيّر باستمرار. وتزداد عادة أهميّة وجود الأشجار كأحد عناصر السفناء الأساسيّة، مع تزايد نسبة هطول الأمطار. لكنّ عوامل أخرى، كطبيعة الأرض والتربة وكثافة الرعي، تؤثّر كلّها بطرق معقّدة ومتنوّعة. وقد تتسبّب حرائق فصل الجفاف التي تغذّيها الأعشاب الجافّة، بموت بعض الأشجار، وخصوصاً الشجيرات اليانعة الأضعف من غيرها. وبالتالي، فإنّ حجم هذه الحرائق يؤثّر بشدّة على طبيعة نباتات السفناء. ومن بين العوامل المؤثّرة على هذه الطبيعة: عاملان يتواجدان منذ آلاف السنين ويتفاعلان بشدّة مع النشاطات البشريّة، وهما الرعي والحرائق. وهكذا، فإنّ للإنسان تأثيره الضابط على طبيعة السفناء وديناميكيّتها وتطوّرها وتنبّتها وانتشارها في عدّة أجزاء من الكرة الأرضيّة.

التربة: وهي، عادة، قليلة الخصوبة في السفناء، لكنّها قد تُظهر تنوّعاً بارزاً على مستوى ضيّق. وقد أثبتت التجارب في بيليز وأماكن أخرى، أنّه يمكن للأشجار أن تلعب دوراً هامّاً في سحب المعادن المغذّية من طبقات التربة العميقة. فالأوراق الميتة وبقايا الأشجار الأخرى تتساقط على سطح التربة قرب الأشجار، حيث تتحلّل وتُطلق الموادّ المغذّية. وهكذا، فإنّ خصوبة التربة تزداد في المناطق القريبة من الأشجار بالمقارنة مع المناطق التي تقع بينها.

إنّ نسبة مرتفعة، تصل إلى حوالى ٣٠٪ من الموادّ العضويّة الميتة، تتحلّل عن طريق النشاطات الغذائيّة للنمل الأبيض. ذلك أنّ نسبة هامّة من المعادن المغذّية التي يتمّ تحريرها، يمكن أن تخزّن لمدّة طويلة في أوكار النمل الأبيض، حيث تكون غير جاهزة لكي تمتصّها جذور النباتات بشكل مباشر. وقد أظهرت السفناء في تايلاندا، أنّه يمكن تحسين خصوبة التربة بشكل ملموس، عن طريق تحطيم أوكار النمل الأبيض، ميكانيكيّاً، ونشر الموادّ التي تحتويها، على سطح التربة. أمّا في كينيا، فإنّ أوكار النمل الأبيض القديمة والتي ترتفع عن سطح الأرض، تؤمّن مواقع لا تطالها الفيضانات، حيث يمكن للأشجار والشجيرات أن تنمو، فيما تنمو الأعشاب بين هذه المواقع، وتشكّل ما يُعرف بسفناء النمل الأبيض.

غابات ساحل الهادىء:

تمتدّ على طول المحيط الهادىء، من غرب وسط كاليفورنيا إلى ألاسكا. وتساهم تيّارات الهادىء الدافئة في إعطاء هذه المنطقة مناخاً لطيفاً على مدار السنة. وتحمل الرياح الدافئة المشبعة بالرطوبة المقبلة من المحيط، كميّة كبيرة جدّاً من الأمطار. ●

من مقوّمات السفناء (السافانا) مناخ حارّ وقحط متواصل على مدار السنة، لا تعكّره سوى فترات قصيرة من الأمطار الغزيرة. آجام مجدّبة، أعشاب جافّة ومتينة، بعض أشجار الأقاقيا تتدلّى من أغصانها أعشاش الطيور، ومجموعات من الغزلان تسرح في كلّ مكان، كلّ ذلك يعطينا صورة نموذجيّة عن السفناء الأفريقيّة.







الغابات والأشجار.

الأحراج شبه القطبية:

تمتدّ على طول الأطراف الشمالية للغابات الشمالية. ويسود هذه المنطقة مناخ شديد البرودة يتّصف بكمية ضئيلة من الهواطل وبموسم نموّ قصير جدّاً. وتجبر هذه الشروط المناخية القاسية الأشجار على النموّ بشكل متناثر على غرار ما نجده في مناطق السفناء. وتطغى البيسية السوداء في القسم الأكبر من المنطقة، كما تنمو في بعض الأماكن أنواع أخرى من الأشجار الشمالية مثل الحور الرجراج واللاركس والبتولا البيضاء والبيسية البيضاء. وإلى شمال هذه المنطقة الحرجية تمتدّ التندرة القطبية الشمالية، حيث لا يستطيع أن ينمو أي نوع من الأشجار.

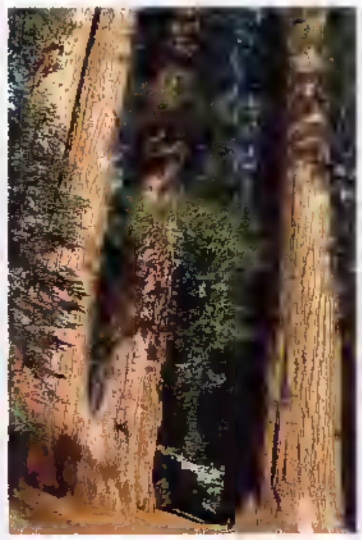
إزالة الأحراج

كان للأنشطة البشرية تأثير هائل في الغابات الحديثة. فمنذ بدأت الزراعة قبل ١١,٠٠٠ سنة تقريباً، والغابات تُقطع لإنشاء المزارع والمدن. وفي القرنين التاسع عشر والعشرين، أُزيلت مساحات شاسعة من الغابات بسبب قطع الأشجار للغايات التجارية وبسبب التلوّث الصناعي.

وتُزال الأحراج اليوم على نحو خطير في المناطق الإستوائية، نتيجةَ قطع الأشجار لتحضير الأرض للزراعة والصناعة. وحتى أواخر أربعينات القرن العشرين، غطّت غابات المطر الإستوائية مساحةً بلغت حوالى ١٦ مليون كيلومتر مربع. لكنّها لم تعد تغطّي سوى حوالى ١٠ ملايين كيلومتر مربع في أواخر الثمانينات. ويقدّر العلماء أنّ ٢٠ مليون هكتار من غابات المطر الإستوائية، تُزال في العالم سنوياً. ويحدث معظم هذا الإتلاف في أميركا اللاتينية وجنوب شرق آسيا.

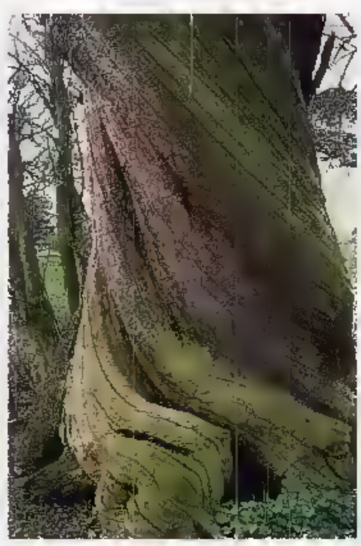
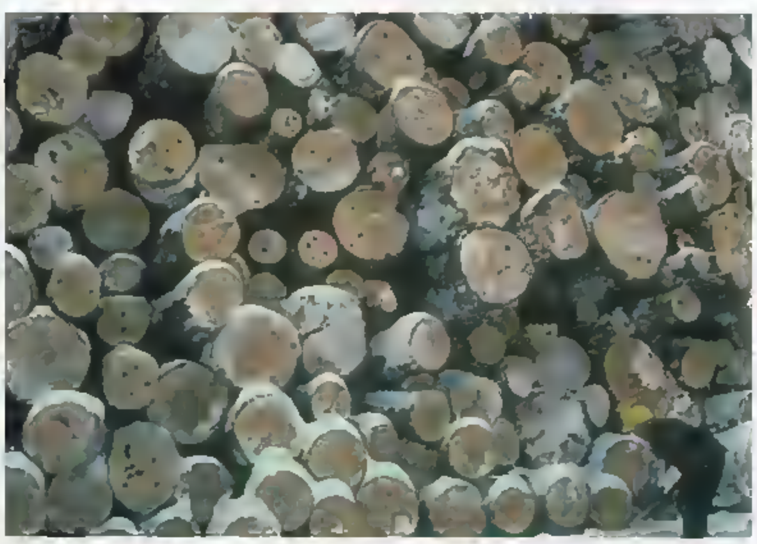
وفي أماكن أخرى من العالم، يشكّل التلوّث سبباً رئيسيّاً لزوال الأحراج. فكثيراً ما تطلق المصانع غازاتٍ سامّةً في الجوّ وفضلاتٍ خطرةً في البحيرات والأنهار. ويمكن أن تتّحد ملوّثات الجوّ مع المطر أو الثلج، أو أي نوع آخر من الهواطل؛ وتسقط إلى الأرض على شكل مطر حمضي. ويمكن أن تحدّ هذه الملوّثات من نموّ النباتات في منطقة معيّنة، وأن تقضي، في مآل الأمر، على معظم الحياة النباتيّة فيها. وفي بعض أنحاء من أوروبا، لحِقَ ضررٌ جسيم بمناطق حرجية خُصّصت منذ زمن طويل لإنتاج الأخشاب بشكل متواصل، وذلك بسبب التلوّث الصناعي. ويهدّد التلوّث أيضاً الغابات في شرق أميركا الشمالية.

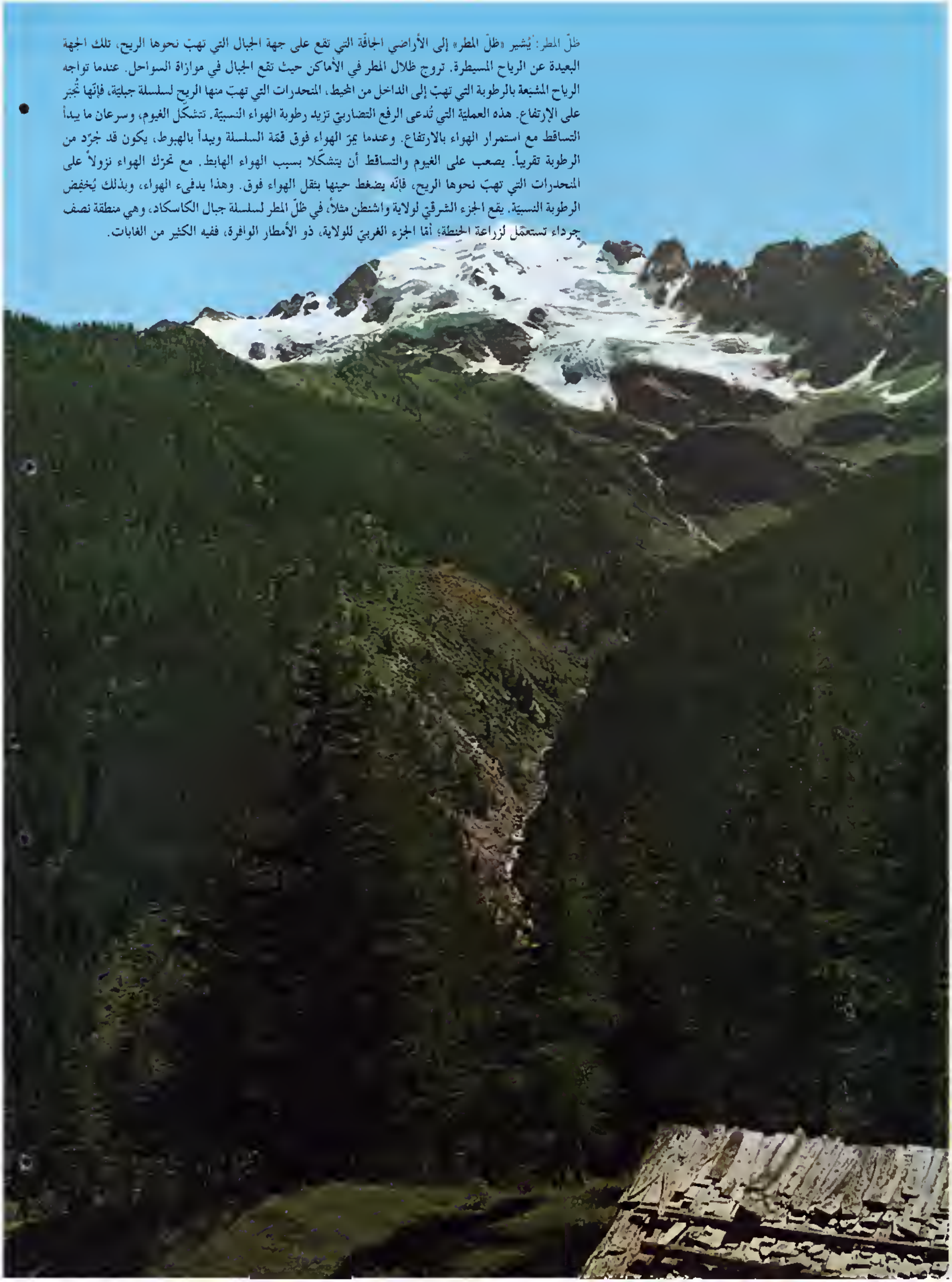
إنّ لإزالة الأحراج الكثير من التأثيرات الواسعة المدى. فعلى سبيل المثال، إنّ انكماش الأراضي الحرجية يؤدّي إلى تراجع كمية الأكسجين التي تطلقها النباتات في الجوّ بعمليّة التركيب الضوئي. ويشكّل تجدّد مخزون الأكسجين عنصراً حيويّاً لبقاء الكائنات التي تتنفّس الأكسجين. أضف إلى ذلك أنّ كمية ثاني أكسيد الكربون تزداد في الجوّ، نظراً إلى تراجع كميّة ثاني أكسيد الكربون التي تستهلكها عمليّة التركيب الضوئي. ونتيجة لذلك، تُحبس كميّةٌ أكبر من حرارة الشمس قرب سطح الأرض، بدلاً من أن تنعكس من جديد في الفضاء. ويعتبر الكثير من العلماء أنّ هذا التأثير المعروف بتأثير الدفيئة يسبّب ارتفاعاً مطّرداً في درجات الحرارة، قد يؤدّي إلى اختلال الشروط المناخية السائدة على الأرض. وتؤدّي إزالة الأحراج أيضاً إلى إزالة مواطن الكثير من الكائنات الحيّة. وقد أدّت إزالة الأحراج إلى انقراض أعداد لا تُحصى من أنواع النباتات والحيوانات.





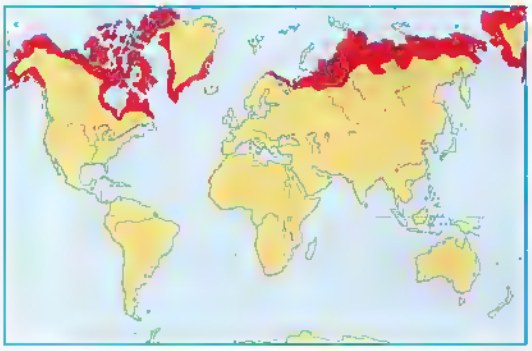




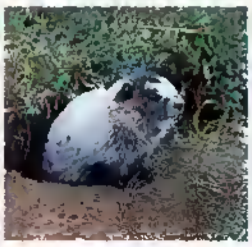
ظلّ المطر: يُشير «ظلّ المطر» إلى الأراضي الجافّة التي تقع على جهة الجبال التي تهبّ نحوها الريح، تلك الجهة البعيدة عن الرياح المسيطرة. تروج ظلال المطر في الأماكن حيث تقع الجبال في موازاة السواحل. عندما تواجه الرياح المشبعة بالرطوبة التي تهبّ إلى الداخل من المحيط، المنحدرات التي تهبّ منها الريح لسلسلة جبليّة، فإنّها تُجبَر على الإرتفاع. هذه العمليّة التي تُدعى الرفع التضاريبّي تزيد رطوبة الهواء النسبيّة. تتشكّل الغيوم، وسرعان ما يبدأ التساقط مع استمرار الهواء بالارتفاع. وعندما يمرّ الهواء فوق قمّة السلسلة ويبدأ بالهبوط، يكون قد جُرّد من الرطوبة تقريباً. يصعب على الغيوم والتساقط أن يتشكّلا بسبب الهواء الهابط. مع تحرّك الهواء نزولاً على المنحدرات التي تهبّ نحوها الريح، فإنّه يضغط حينها بثقل الهواء فوق. وهذا يدفيء الهواء، وبذلك يُخفض الرطوبة النسبيّة. يقع الجزء الشرقيّ لولاية واشنطن مثلاً، في ظلّ المطر لسلسلة جبال الكاسكاد، وهي منطقة نصف جرداء تستعمَل لزراعة الحنطة؛ أمّا الجزء الغربيّ للولاية، ذو الأمطار الوافرة، ففيه الكثير من الغابات.

التَّنْدَرة



التندرة منطقة شبه خالية من الأشجار، تمتد بين الثّبجة – منطقة الغابات الصنوبرية في نصف الكرة الشمالي – والمنطقة القطبية. لا يوجد مماثل للتندرة في نصف الكرة الجنوبي لأنه عند العرض نفسه (٦٠° – ٧٠°) لا توجد أرض يابسة في الجنوب.







القوارض: على رغم قسوة المناخ، يمضي الكثير من الحيوانات كامل أيام السنة في منطقة التندرة. تمضي القوارض مثل البيكا (أعلاه، إلى اليسار) واللاموس (إلى اليسار) والمرموط (أعلاه، إلى اليمين) فصل الشتاء الطويل في جحور تحت الأرض.



بومة الثلج



تتميّز التندرة بدرجات حرارة منخفضة (يبلغ المعدّل في أدفأ أشهر السنة +١٠° مئوية) وأرض مجلّدة معظم أيام السنة. حتى في فصل الصيف القصير، لا يذوب الجليد إلا سطحياً، وتبقى الطبقة السفلية مجمّدة بشكل دائم (الجمَد السرمدي).

في فصل الشتاء الطويل، يؤدي عمل الثلج والصقيع إلى تكسير الصخور، ما يغيّر من مظهر صفحة الأرض ويجعل نمو النبات صعباً. مع قدوم الربيع، يذوب الثلج ليشكل مناطق سبخية. وبفضل الرطوبة وأشعة الشمس، التي تسطع لوقت أطول في كل يوم، وطوال ٢٤ ساعة في اليوم في أوج الصيف، تكتسي التندرة بغطاء من الطحالب والأشنات. الحياة الحيوانية صعبة في التندرة بسبب فصل الشتاء القاسي والمعتم.





الإسبات والهجرة: بعض الثدييات تصبح نوّامية، لا أكثر، في فصل الشتاء، ولكن عدداً كبيراً من الحيوانات تصرف الشتاء في السّبات. بعض الحيوانات الأخرى تهجر التندرة في الشتاء، ومنها الرّنة وعدد كبير من الطيور وكل الحيوانات التي تجد غذاءها في الأنهار والبحيرات، التي تتجمّد طوال أشهر كثيرة في السنة. الوَشَق (إلى اليمين) والثعلب القطبي (إلى أقصى اليمين).

التندرة

التندرة منطقة باردة تتميّز بغطاء نباتيّ غير كثيف. ثمّة نوعان من التندرة: التندرة الألبيّة الموجودة في سلاسل الجبال المرتفعة في المناطق القريبة من خطّ الإستواء والتندرة القطبيّة الشماليّة في المناطق القاريّة التي تحوط بالبحار القطبيّة في أقصى الشمال. ويتقاسم النوعان بعض الميزات المشتركة. على سبيل المثال، إنّ أنواع النباتات في كلا النوعين محدودة العدد. وقد تأقلمت النباتات مع المواسم النبوتيّة[1] القصيرة ودرجات الحرارة المنخفضة. ولكن على رغم ذلك هناك اختلافات مهمة بين نوعي التندرة.

التندرة الألبيّة

يعود انخفاض درجات الحرارة في التندرة الألبيّة إلى الإرتفاع العالي لا إلى القرب من القطب. برياحها الشديدة وثلوجها وحراراتها المنخفضة والكثيرة التقلّب، تشكّل التندرة بيئة قاسية للنباتات. التندرة الألبيّة هي المنطقة الواقعة عند قمم الجبال فوق النطاق الشجريّ، أي فوق الحدّ الذي لا ينمو الشجر بعده بصورة مستمرة. هنالك حوالى ١٠ ملايين كم² من هذا النوع من التندرة وتقع في معظمها في المناطق المعتدلة شمال خطّ الإستواء.

على خلاف التندرة القطبيّة الشماليّة التي تتعرّض لأشعّة الشمس خلال فترات طويلة في فصل الصيف ولكنّها تحرم أشعة الشمس أثناء الشتاء القطبيّ الطويل، فإنّ التندرة الألبيّة تتلقى يوميّاً بعض الكميّات من أشعّة الشمس. يستمرّ الموسم النبوتيّ ٥٠ إلى ١٨٠ يوماً. ويتوقّف انتشار النباتات في التندرة الألبيّة بصورة كبيرة على توزيع الرطوبة وعلى درجة التعرّض للريح في منطقة معيّنة. في المناطق الأكثر ارتفاعاً التي تذروها الرياح، لا يمكن سوى نباتات صغيرة جداً تدعى الأشنة أن تتعلّق بالصخور. تحت منطقة نمو الأشنة، تنمو النباتات الوثاريّة[2] في المنخفضات الصخريّة، مشكّلة حصيراً متماسكاً يساعد على حمايتها من لسعة الرياح. كما تقوم النباتات، بفضل تركيبتها الخاصة، باحتجاز الحرارة. في مناطق التندرة الألبيّة التي تتمتّع بحماية أكبر من الريح، يمكن نباتات السُعادى[3] Sedges والنباتات المزهرة أن تكسو الأرض. كما يمكن أن تنشأ المروج في الأتربة التي تتمتّع بتصريف جيّد للمياه. في المروج الرطبة Bogs وحدها، تكون حالة التربة مماثلة لتلك التي في التندرة القطبيّة الشماليّة الرطبة. معظم النباتات الألبيّة معمّرة، أي إنّها تدوم أكثر من موسم نبوتيّ واحد.

من الحيوانات التي تعيش في مناطق التندرة الألبيّة الماعز والغنم والمَرْمُوط[4] وعدد من أنواع الطيور والحشرات.

التندرة القطبيّة الشماليّة

تغطّي التندرة القطبيّة الشماليّة مساحة تعادل حوالى عشر مساحة الأرض اليابسة (١٥ مليون كم²). وتقع مبدئيّاً في المناطق القطبيّة في أقصى الشمال، بين الحدود الشماليّة للغابات والمحيط المتجمّد الشماليّ. في القسم الجنوبيّ من الأرض، لا توجد في القارة القطبيّة الجنوبيّة (أنتاركتيكا) المغطّاة بالجليد، مساحات من التندرة الجيّدة النموّ ولكن تنمو فيها مع ذلك الطحالب[5] والأشنة.

في المناطق القطبيّة الشماليّة، تبقى درجات الحرارة في الصيف تحت ١٠° مئويّة ويستمرّ الموسم النبوتيّ ٥٠ إلى ٦٠ يوماً. إنّ الجَمَد السرمديّ Permafrost، وهو طبقة من الأرض تقع تحت السطح وتكون متجلّدة باستمرار، هو أساساً من خصائص التندرة القطبيّة الشماليّة على رغم وجوده أيضاً في التندرة الألبيّة في أقصى الشمال أو في المرتفعات العالية جدّاً. يتألّف الجَمَد السرمديّ من تربة وتراب وحصى تتجلّد عموماً معاً فتشكّل كتلة صلبة. ويمكن أن يصل الجمد السرمديّ إلى عمق ٤٥٠م. في الصيف، عندما تذوب الطبقة السطحيّة التي تعلو الجمد السرمديّ، تقوم طبقة التحتربة[6] المتجلّدة بمنع المياه من التسرّب عبرها. فتتشكّل إذذاك بريكات وبحيرات ومستنقعات تنمو فيها، خلال الصيف القطبيّ القصير، بعض النباتات التي تتأقلم بشكل جيّد مع هذه البيئة.

تنتشر الأشنة بشكل أوسع في التندرة القطبيّة منه في التندرة الألبيّة. في المنطقة القطبيّة الشماليّة، لا تغطّي الأشنة الصخور فقط بل الخشب وسطح الأرض أيضاً. لا تنمو في تربة التندرة القطبيّة المشبعة بالماء سوى نباتات تمتاز بجذور قليلة العمق، مثل الأعشاب والنباتات المزهرة الصغيرة. تمنع عوامل عدّة، منها الجمد السرمديّ ودرجات الحرارة المنخفضة والرياح العاتية، نموّ الأشجار على أكمل وجه.

إنّ معظم نباتات التندرة القطبيّة نباتات معمّرة. وقد تأقلمت النباتات مع المناخ القاسي فهي تتمتع بأنسجة حيّة أو جذور تبقى محفوظة في الأرض المتجلّدة معظم أيام السنة. عندما يأتي الصيف ويذوب الجليد، تزهر هذه النباتات في غضون أيام. بعض الأنواع مزوّد أوراقاً كبيرة جداً تميل نحو الشمس لالتقاط أكبر كميّة ممكنة من الضوء. بعضها الآخر مزوّد ساقاً فارغة مجوّفة تحتجز الحرارة أو غلافاً وافياً. عشبة القمل Lousewort الصوفيّة مثلاً، عشبة مغلّفة بكتلة من الألياف الدقيقة.

تكوّنت التندرة القطبيّة الشماليّة منذ وقت غير بعيد نسبيّاً – بالمنظور الجيولوجي – عندما بدأت أنهار الجليد[7] بالتراجع بعدما بلغ أحدث عصر جليديّ ذروته وذلك قبل حوالى ١٨،٠٠٠ سنة. ويستمرّ الجليد اليوم بتكوين منظر التندرة التي تمتاز أرضها بأشكال غير اعتياديّة، منها البنجو Pingo والمضلّعات[8]. إنّ البنجو عبارة عن تلّة صغيرة لها نواة جليديّة، تتشكّل عندما يحبس الجمد السرمديّ المياه السطحيّة فتتجلّد بدورها. وبتمدّده يدفع الجليدُ إلى الأعلى طبقة التراب والحصى التي تعلوه. تمتدّ بعض تلال البنجو على ٥٥٠م ويصل ارتفاعها إلى ٤٥م. أمّا المضلّعات فتتكوّن عندما يؤدّي تجمّد التربة ثم ذوبانها إلى تمدّدها ثم انقباضها مما يؤدّي بدوره إلى حدوث شقوق في سطح التندرة. تمتلىء الشقوق بالماء الناتج من ذوبان الثلج ثم يتجلّد الماء مشكّلاً أوتاداً جليديّة عموديّة. تكوّن المضلّعات المتشابكة على الأرض شكلاً شبيهاً بقرص العسل.

إنّ الحياة الحيوانيّة في التندرة القطبيّة الشماليّة، والتي تتضمّن الثعالب والدببة القطبيّة والذئاب الرماديّة والرّنة وثيران المسك[9]، هي أغنى بكثير من الحياة الحيوانيّة في التندرة الألبيّة. تعيش ملايين الطيور في المنطقة أثناء الصيف وتقتات بالسمك والحشرات مثل الذباب والبعوض.

تعيش بعض الحيوانات في منطقة التندرة على مدار السنة؛ أمّا بعضها الآخر فيهاجر إليها في الصيف فقط. وقد تكيّفت الحيوانات بطرق متعدّدة مع الحياة في التندرة. لثور المسك، مثلاً، وبر أشعث وطبقة صوفيّة تحتيّة يحميانه من البرد. وللرنّة حوافر كبيرة مقعّرة تحميها من الغرق في الثلج أو في التربة الرطبة.

من الحيوانات الشائعة في التندرة، نذكر اللاموس وهو مخلوق صغير يشبه الفأر. يأكل اللاموس المغطّى بالفراء، ضِعف وزنه من الطعام كلّ يوم. إنّ الجهاز الهضميّ لدى اللاموس غير فعّال، مما يؤدّي إلى تحويل ٧٠٪ من الطعام الذي يأكله الى براز يُطرح في تربة التندرة حيث يساعد في تغذية النباتات. يزيل اللاموس الثلج والنباتات الميتة ليصل إلى البراعم أو الفروع الطريّة للنباتات الجديدة النامية. فيسرّع هذا من دورة انحلال النبات وتجدّده كما يضيف مواد مغذية إلى التربة.

إنّ الموارد الطبيعيّة كالفحم والنفط والغاز الطبيعيّ قد جذبت الإنسان إلى التندرة القطبيّة الشماليّة. في البدء، لم يكن الإنسان مدركاً لطبيعة النظام البيئيّ السريعة العطب. فقام بإزالة طبقة التربة التي تغطّي الجمد السرمديّ، الذي سريعاً ما بدأ بالذوبان، ما أدّى إلى غرق المنشآت المبنيّة فوق الجمد السرمديّ أو انهيارها. وقامت العربات الثقيلة بالقضاء على النباتات تاركة وراءها آثاراً عميقة في الأرض. بسبب عوامل التآكل والتعرية، تصبح بعض هذه الآثار أكثر عمقاً فتشكّل أخاديد[10] ثم تعرض وتتسع فتشكّل وهاداً[11]. إنّ القضاء على الجمد السرمديّ يهدّد بفناء الحياة النباتيّة في التندرة. قام النفط المراق بالقضاء على النباتات وتسرّب إلى نظام التصريف الطبيعي. وأدّى تلوّث الجوّ الذي مصدره أميركا الشماليّة وأوروبا والإتحاد السوفياتي السابق إلى نشر ضباب رقيق فوق منطقة القطب الشماليّ. ونظراً إلى ضآلة الهواطل لا يتم جرف المواد الملوّثة بسهولة.

تبذل اليوم جهود لحماية التندرة. في سبيل منع الجمد السرمديّ من الذوبان، تغطّى مواقع المنشآت بطبقة سميكة من الحصى أو تركّز المباني على دعائم تؤمّن طبقة عازلة من الهواء في الأسفل. وقد تمّ رفع خطوط المياه الساخنة وأجزاء من أنابيب النفط التي تمرّ عبر ألاسكا، على ركائز من الصلب فوق سطح الأرض. سوف يعتمد مستقبل التندرة القطبيّة الشماليّة، حيث من السهل الإخلال بالتوازن البيئيّ، على طريقة تفاعل الإنسان مع هذه المنطقة السريعة العطب.

---

(١) الموسم النبوتي: الموسم الذي تعيش فيه النباتات وتنمو.
(٢) النباتات الوثاريّة: تشكّل سطحاً ليّناً كالوسادة.
(٣) السُعادى: نبات عشبيّ ينمو في المستنقعات.
(٤) المَرْموط: حيوان من القوارض.
(٥) الطحالب: ج. طحلب، وهو نبتة صغيرة لها ساق بسيطة والكثير من الأوراق الصغيرة.
(٦) التحتربة: طبقة الأرض الواقعة تحت التربة مباشرة.

(٧) نهر الجليد: كتلة ضخمة من الجليد، تتشكّل في المناطق القطبيّة وفي أعلى الجبال وتنحدر ببطء على المنحدرات وفي الأودية.
(٨) المضلّعات: ج. مضلّع، Polygon وهو شكل هندسيّ كثير الأضلاع والزوايا.
(٩) ثور المسك: ثور بري جرينلاندي أو أميركيّ.
(١٠) الأخاديد: ج. أخدود، وهو الحفرة المستطيلة.
(١١) الوهاد: ج. وَهد، وهو واد صغير ضيّق شديد الإنحدار.

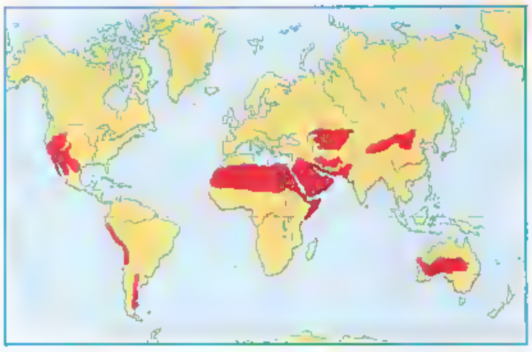
الصحاري





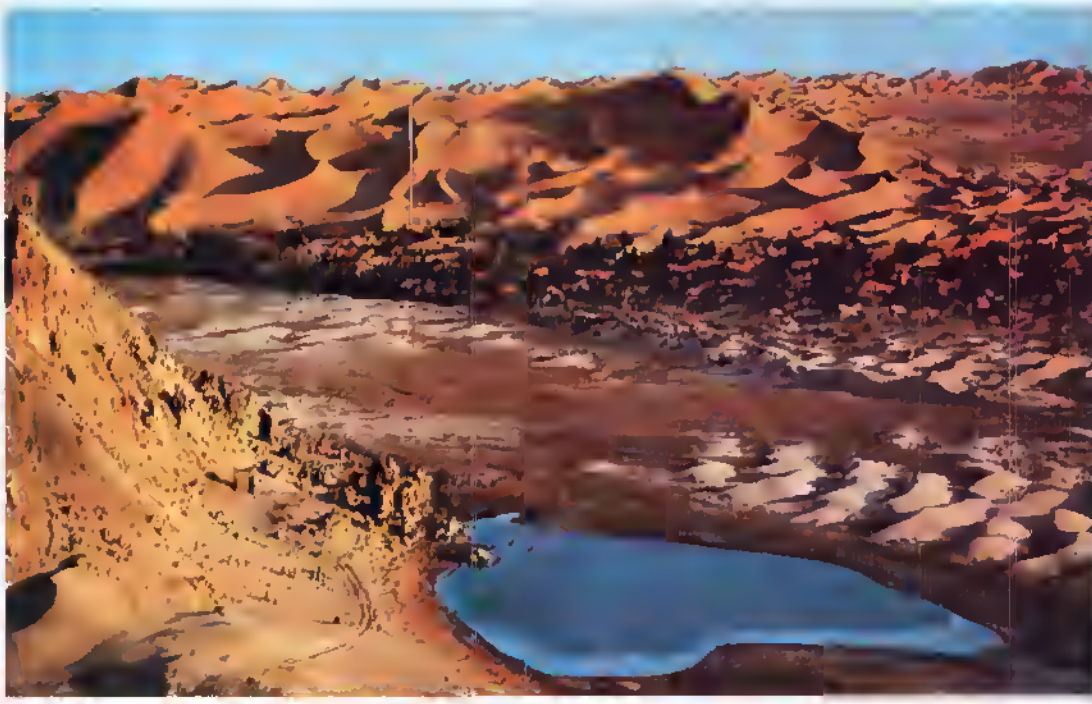


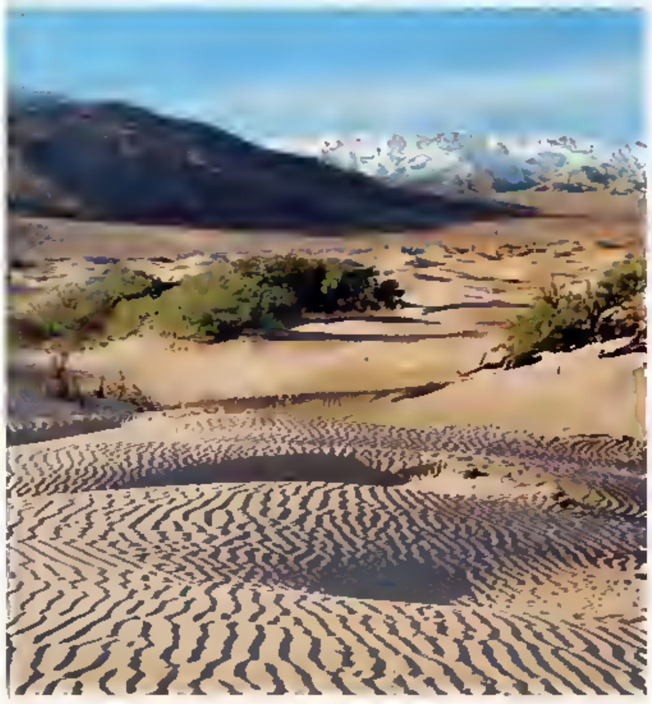




الصحراء المزهرة: تحوّل الأمطار الكثيفة الصحراء، لمدة قصيرة، إلى حديقة غنّاء، فتتفتّح الأزهار المتعددة اللون على النباتات الغضّة وتُفرِخ البذور التي سبتت ربّما سنين عدة.

تتوزّع الصحاري على طول قطاعين متقطّعين، أحدهما إلى شمال خط الاستواء والآخر إلى جنوبه، وهي توجد، عموماً، في المناطق الداخلية من القارات. تضمّ أفريقيا الصحراء الكبرى (أدناه، إلى اليمين) وصحراء كالاهاري وصحراء ناميبيا. في آسيا، نجد الصحراء العربية وصحراء تركستان وصحراء جوبي وصحراء تار الهندية وتكلا ماكان الصينية. في الأميركتين، هناك الحوض الكبير وصحاري موهافي وسونورا وتشيواوا وجراند كانيون وباتاچونيا وأتاكاما ونذكر أخيراً الصحراء الكبرى الاستراليّة. الصحاري مناطق قاحلة ولاضيافيّة لها مظاهر مختلفة وتتميز بكمية مطر سنوية لا تتجاوز ٢٥٠ ملليمتراً. نظراً إلى صفاء السماء وخلوّها من السحب، تمتص الأرض ٩٠٪ من حرارة الشمس، ما يجعل درجات الحرارة مرتفعة جداً في النهار. في الليل، تفقد الحرارة ويمكن لدرجات الحرارة أن تنزل تحت الصفر.



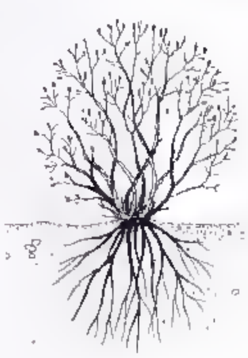


ساهمت عوامل عدة في تكوين الصحاري، لكن الجفاف هو دون شك أهمها. والجفاف نتيجة مباشرة لتوزيع الكتل الهوائية التي تحمل الرطوبة وتنشرها في شكل مطر. على سبيل المثال، إن مناطق الضغط المرتفع التي تتشكل فوق الصحاري الحارة، تتسبّب بنشوء تيارات من الهواء الحار تمتصّ الرطوبة بدلاً من توفيرها. في الصحاري الساحلية في البيرو والتشيلي (أميركا الجنوبية) وناميبيا (أفريقيا)، تكثّف التيارات القطبية الجنوبية الباردة الرطوبة في شكل سحب بعيدة عن الشاطىء لا تعود على اليابسة بكمية تذكّر من المطر. في حالات أخرى، تسدّ سلاسل جبلية عالية الطريق أمام الرياح الرطبة الآتية من البحر، كما في الصحاري الآسيوية الباردة.

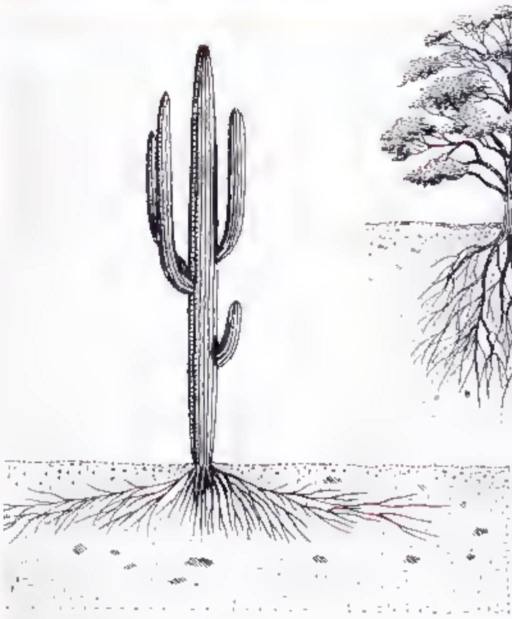


صبار منتفخ بالماء (إلى اليسار) وصبار عادي الشكل

النبات: طوّرت النباتات تكيّفات عدة لمواجهة الجفاف. بعض النباتات الصحراوية مزوّدة نظاماً جذرياً ضخماً يسمح لها بجمع أقصى كمية ممكنة من الماء، بعضها الآخر يخزّن الماء في جذوره ودَرَناته؛ وتجمع النباتات اللحيمة الماء في أنسجتها، فيما تخزّن نباتات أخرى الماء في أوراقها الشمعيّة.







الصحاري

يستخدم الناس الصفات «حارّة»، «جافّة» و«فارغة» لوصف الصحاري، لكنّ هذه الكلمات لا تخبر القصة بكاملها. رغم أن بعض الصحاري حارّ جداً مع درجات حرارة نهارية تصل إلى ٥٤° مئوية، فإنّ في بعض الصحاري الأخرى فصول شتاء باردة أو هي باردة كلّ السنة. كلّ الصحاري قاحلة أو شديدة الجفاف؛ ويهطل المطر على بعضها بندرة، كلّ خمسين سنة. ورغم هذا، تخطف الفيضانات المفاجئة في الصحاري أرواحاً أكثر ممّا يفعل العطش. ومعظم الصحاري بعيداً عن كونها فارغة وخالية من الحياة، مأوى للكثير من النباتات والحيوانات.

يتّفق معظم الخبراء على أنّ الصحراء منطقة من الأرض تستقبل ٢٥ سم أو أقلّ من المطر في السنة. تتجاوز كميّة التبخير فيها بشكل كبير كميّة المطر السنويّ الهاطل. في كل الصحاري، هناك القليل من الماء متوفّر للنباتات والحيوانات.

تغطّي المناطق الصحراويّة أو القريبة من الصحراويّة أكثر من ٤٩ مليون كم^2 أو حوالى ثلث مساحة اليابسة على الأرض، حيث تعيش بليون نسمة تقريباً أي خُمس سكّان الأرض.

بعض الصحاري جبليّ، وبعضها الآخر امتدادات جافّة من الصخر والرمل والمنبسطات الملحيّة.

أنواع الصحاري

منذ آلاف السنين، كان طقس الصحاري أكثر اعتدالاً ورطوبةً من العصر الحاليّ، حيث الجفاف والقساوة، بدليل وجود آثار حيوانات وقبور وفؤوس حجريّة.

يمكن تقسيم صحاري العالم إلى خمسة أنواع: شبه الإستوائيّة، الساحليّة، ظلّ المطر، الداخليّة والقطبيّة، وذلك حسب أسباب جفافها. يقع معظم الصحاري على امتداد مدار السرطان بين الدرجتين ١٥ و٣٠ شمال خطّ الإستواء، أو على امتداد مدار الجدي بين الدرجتين ١٥ و٣٠ جنوب خطّ الإستواء.

الصحاري شبه الإستوائيّة: تسبّبها أشكال دوران الهواء في غلاف الأرض الجوّيّ. يرتفع الهواء الحارّ والرطب قرب خطّ الإستواء، فيبرد ويهطل رطوبته على شكل أمطار استوائيّة غزيرة. يبتعد الهواء الأبرد والأجفّ بعيداً عن خطّ الإستواء. عندما يصل إلى جوار المناطق شبه الإستوائيّة قرب مداري السرطان والجدي، يهبط الهواء ويدفأ. يعرقل الهواء الهابط تشكيل الغيوم، فلا يهطل إلّا مطر قليل على الأرض تحته. أكبر صحاري العالم الحارّة هي الصحراء الكبرى شمال أفريقيا (شبه استوائيّة) ولها مساحة الولايات المتحدة تقريباً. الصحاري شبه الإستوائيّة الأخرى هي صحراء كالاهاري في جنوب أفريقيا وصحاري أستراليا.

الصحاري الساحليّة: تنشأ بشكل عامّ عن تيّارات المحيط الباردة المتحرّكة على طول الساحل. يخلق الهواء الذي يهبّ باتّجاه الشاطىء والذي تبرّده ملامسة المياه، طبقةً من الضباب التي تُنقل إلى اليابسة. رغم ارتفاع نسبة الرطوبة، فإنّ الإضطرابات الجوّية التي تخلق المطر في العادة غير موجودة. قد تكون الصحراء الساحليّة عديمة المطر تماماً تقريباً، ولكنّها في غالب الأوقات ضبابيّة. صحراء أتاكاما في التشيلي هي صحراء ساحليّة، إنّها إحدى أجفّ صحراء على وجه الأرض، في بعض المناطق منها، وهي مغطّاة في غالب الأوقات بالضباب، لكنّ المطر بالكاد يمكن قياسه.

صحاري ظلّ المطر: توجد صحاري ظلّ المطر قرب السفوح التي لا تواجه الرياح السائدة في بعض سلاسل الجبال. عندما يصادف الهواء الموسوق بالرطوبة سلسلة جبال، يُجبر على الإرتفاع، فيبرد، ويُسقِط رطوبته على السفوح المواجهة للرياح. وعندما يتحرّك الهواء، ويبدأ بالهبوط على السفوح غير المواجهة للرياح لا يتبقّى سوى القليل من الرطوبة. يجعل الهواء الهابط الأمر صعباً على الغيوم والمطر كي يتشكّلا. توجد صحاري ظلّ المطر غالباً في هذه الظروف القاحلة، مثل صحاري باتاجونيا في جنوب الأرجنتين بسبب وجودها قرب السفوح غير المواجهة للرياح، وهي السفوح الشرقيّة لجبال الأند.

الصحاري الداخليّة: توجد الصحاري الداخليّة القائمة في قلب آسيا وفي عمق بعض القارّات الأخرى، بسبب عدم وصول أيّة رياح موسوقة بالرطوبة إليها. مثلاً، تقع صحراء جوبي في وسط آسيا على بعد مئات الكيلومترات من المحيط. والرياح التي تصل إلى صحراء جوبي فقدت رطوبتها منذ مدّة طويلة.

الصحاري القطبيّة: تصنّف أجزاء من المنطقتين القطبيتين (أركتيكا وأنتاركتيكا) على أنّها صحارٍ. تسمّى المناطق المتجمّدة التي تتلقّى سنوياً أقلّ من ٢٥ سم من المطر صحاري قطبيّة. إنّها تحتوي كمّيات هائلةً من الماء، لكنّ معظم الرطوبة مسجونة في الجليد على طول السنة. وهكذا لا يتوافر إلّا القليل من الماء للنباتات والحيوانات، كما في الصحاري الحارّة.

خصائص الصحراء

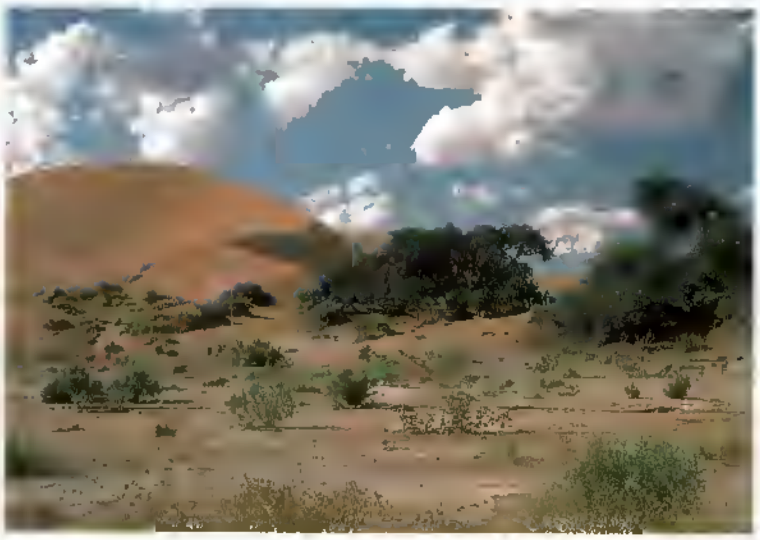
الرطوبة، بخار الماء في الهواء، تقارب الصفر في معظم الصحاري. يتبخّر المطر الخفيف غالباً في الهواء الجافّ دون أن يصل الى الأرض. تأتي العواصف المطريّة أحياناً على شكل وابل عنيف (٢٥ سم من المطر في الساعة).

تكون الرطوبة عادة منخفضة جداً في الصحاري التي لا يوجد فيها ما يكفي من بخار الماء ليشكّل غيوماً. تشقّ أشعة الشمس طريقها خلال سماء صافية، وتحرق الأرض التي تسخن الهواء لدرجة يرتفع معها في موجات يمكنك أن تراها حقّاً. هذه الموجات المومضة تربك العين، فتجعل المسافرين يشاهدون صوراً مهتزّة تسمّى سراباً.

درجات الحرارة القصوى هي من خصائص معظم الصحاري. وهي ترتفع في بعض الصحاري إلى درجة يموت فيها الناس من الحرّ. في الليل، تبرد هذه المناطق بسرعة بسبب حاجتها للعزل الذي تؤمّنه الرطوبة والغيوم. يمكن لدرجات الحرارة الهبوط إلى ٤° مئويّة أو أقلّ.

تندفع رياح بسرعة تصل إلى حوالى ١٠٠ كم في الساعة أو أكثر عبر بعض الصحاري. توجد نبات وأشجار قليلة لتصدّها، يمكنها أن تحمل الرمال والغبار عبر القارّات. تقذف العواصف الريحيّة في الصحراء الكبرى الكثير من المواد في الهواء حتى أنّ الغبار الأفريقيّ يعبر المحيط الأطلسيّ أحياناً، ويصبغ غروب فلوريدا بالأصفر.

يندهش زائرو الصحاري لأوّل مرة بالمناظر غير الإعتياديّة، التي قد تضمّ كثباناً لها أشكال النجوم وقمماً شاهقة عارية وتشكيلات مسطّحة السطوح وودياناً مصقولة بنعومة. تختلف هذه المعالم عن تلك الموجودة في مناطق أرطب، والتي تكون غالباً مصقولة بالطافة بواسطة المطر الإعتياديّ، وتلطّفها النباتات الغنيّة.









أنواع الصحاري

تساعد المياه على نحت الأراضي الصحراوية. خلال عاصفة مفاجئة، تطوف المياه بالأرض الجافّة التي فشاها الحرّ، فتجمع الرمال والصخور وغيرها من المواد غير الثابتة، وذلك أثناء جريانها. فيما تصخب المياه الموحلة نزولاً، تحفر أقنية عميقة تسمّى نُهيرات أو جداول. ويمكن لعاصفة رعديّة، وغالباً ما تكون بعيدة جداً كي تُرى أو تُسمع، أن ترسل سيلاً جارفاً من الماء عبر جدول جافّ. يمكن لهكذا طوفان محليّ أن يجرف كلّ شيء وكلّ إنسان في طريقه.

تنحت المياه والرياح الصخر مع الوقت، وأحياناً تنحت الصخور الأكثر مقاومة إلى أشكال تشبه الطاولات مثل الميسات[1] Mesas والبتات[2] Buttes. في أسفل هذه النجود[3]، تلقي المياه حملها من الحصى والرمل والطمي مشكّلة ترسّبات منتشرة تسمّى المراوح الطميّة. لا تملك الكثير من الصحاري أيّ تصريف للمياه إلى المحيط. تتجمّع مياه الأمطار في انخسافات كبيرة تسمّى الأحواض. تتبخّر البحيرات الضحلة تدريجياً بعد أن تكون قد تشكّلت، فتترك بلايات Playas، أي أحواض بحيرات مالحة السطوح.

الرياح هي النحّات الرئيسيّ لتلال الصحراء الرمليّة المسمّاة كثباناً. فيما تتراكم الرمال خلف عوائق مثل الجلاميد[4] والشجيرات، تبني الرياح كثباناً قد تصل في ارتفاعها إلى ١٨٠ متراً، التي تنتقل بشكل دائم مع الريح. إنّها تنتقل في العادة بضعة أمتار سنويّاً، لكنّ عاصفة ريحيّة قويّة يمكنها أن تنقل كثباناً عشرين متراً في يوم واحد. قد تدفن الكثبان كلّ شيء في طريقها، الصخور والحقول وحتى البلدات.

مياه الصحراء

ليس المطر المصدر الوحيد لمياه الصحراء. ترتفع مياه باطن الأرض إلى السطح الجافّ أحياناً، فتشكّل ينابيع ومنزّات[5]. قد توجد قرب هكذا مصدر بقعةٌ خضراء خصبة تسمّى واحة. تنقّط حوالى ٩٠ واحة رئيسيّة مسكونة الصحراء الكبرى. تغذّي هذه الواحات بعض أكبر مصادر الماء الباطنيّ في العالم. تجري أنهار تنبع في مناطق بعيدة وأكثر رطوبة عبر بعض الصحاري، فيقطع نهر كولورادو، مثلاً، صحراء سونوران في أميركا الشماليّة. تنمو نباتات غنيّة تضمّ أعشاباً وأشجاراً قرب هذه الأنهار، فتشكّل واحات مستطيلة جداً، تؤمّن للناس وللحيوانات الأخرى الطعام والماء والمأوى.

الحياة في الصحراء

تنمو النباتات في الصحراء متباعدة بشكل واسع، وذلك كي تحصل على أكبر كمية ممكنة من الماء النادر المحيط بها. يعطي هذا التباعد بعض المناطق القاحلة ونصف القاحلة مظهراً متوحّداً. نبات الصحراء جافوفي Xerophytic من كلمتين يونانيّتين تعنيان «جافّ» و«نبات». تركيب النباتات الجافوفيّة مكيّف بعدّة طرق للحصول على الماء والإحتفاظ به.

يملك بعض نباتات الصحراء مثل الصبار أنظمة جذور ضحلة وواسعة الامتداد. تمتصّ النباتات الماء بسرعة بعد عاصفة، وتخزّنه في خلاياها. يتمدّد صبّار ساجوارو[6] مثل الأكورديونات[7] ليخزّن الماء في خلايا جذوعه وأغصانه، ويمكنه استيعاب مئات الليترات من المياه.

لبعض النباتات الصحراويّة الأخرى جذور عميقة جداً. يمكن لجذور شجرة المسكيت[8]، مثلاً، أن تصل إلى المياه الواقعة على أعمق من ٣٠ متراً تحت الأرض.

الكثير من نباتات الصحراء حوليّ أي يعيش لفصل واحد فقط. قد تبقى بذورها مسبّتة[9] لسنوات خلال فترات جفاف طويلة. عندما يأتي المطر في النهاية، تنبت البذور بسرعة. تنمو النباتات وتزهر وتنتج بذوراً جديدة وتموت، وذلك في فترة قصيرة من الزمن عادة. يمكن لمطر نافع أن يغيّر صحراء إلى أرض عجائب من الزهور بين ليلة وضحاها.

لقد تكيّفت عدّة أنواع من الحشرات والزواحف والطيور والثدييّات مع بيئة الصحراء. ويتجنّب بعضها الشمس عن طريق الراحة في الظلّ النادر. وتتجنّب عدّة حيوانات الحرّ مثل سلحفاة الصحراء في جحور باردة تحفرها في الأرض. يحمي ترسُ السلحفاة السميك الحيوانَ الذي في داخله، ويخفّف من خسارة المياه. طوّرت أنواع أخرى مثل الصّرّنْدَر[10] وبعض أنواع العظايات وسائلَ لرفع أنفسها عن الرمل الحارّ، فيما هي تتنقّل عبر الإلتواء أو القفز أو عبر الإنتقال بسرعة على أرجل ممدودة.

وقد تسافر حيوانات الصحراء مسافات طويلة لتجد الماء، أو قد تحصل على الماء من الطعام الذي تتناوله. يشرب جرذ الكنغر الصغير القليل من الماء أو حتى لا يشرب أبداً، يحصل على رطوبته من النباتات والحشرات والبذور التي يتناولها.

الجمال هي أيضاً مقتصدة في استخدام الماء، إنّها لا تخزّن الماء في حدباتها، كما ظنّ الناس قديماً، بل تخزّن الدهن. خلال نقص في الماء أو الطعام، تلجأ الحيوانات إلى هذا الدهن. تندمج ذرّات الهيدروجين في الدهن مع الأكسجين الذي تتنفّسه الجمال فيتشكّل الماء. وقد تكيّفت الجمال بطرق أخرى مع حرارة الصحراء بواسطة فرائها القصيرة التي تساعدها على حجب حرارة الشمس. ومع أقدامها العريضة ذات الخفوف السميكة، تمشي الجمال بسهولة على الرمل المتغيّر.

أهل الصحراء

يتّكل الكثيرون من سكّان الصحراء على عادات عمرها قرون، ليجعلوا حياتهم مريحة قدر الإمكان. فيلبس الكثير منهم في الشرق الأوسط الحارّ والجافّ، أثواباً طويلة من أقمشة فضفاضة طويلة الأكمام وتصل إلى القدمين، وغالباً ما تكون بيضاء فتحمي كلّ الجسد باستثناء الرأس واليدين من الشمس.





تعكس الأثواب البيضاء ضوء الشمس؛ وكونها فضفاضة، يسمح للهواء البارد بالجريان عبر الجلد.

ويلفّ بدو الطوارق[11] في الصحراء الكبرى قطعاً طويلة من القماش بشكل فضفاض حول رؤوسهم وعبر جزء من وجوههم، للاحتماء من الريح، والرمل، والحرارة والبرد.

يعيش بدو العراق في خيم من القماش المنسوج بشكل فضفاض، ما يمنع الشمس ويدع في الوقت نفسه النسائم الباردة من الدخول. ويتنقّل البدو بشكل دائم كي تحصل قطعانهم من الخراف والماعز على الماء والكلأ.

ويتكل الناس في بعض المناطق الجافّة مثل مصر وأجزاء من كاليفورنيا، تسهيلاً لحياتهم، على مصادر مجلوبة من مناطق أخرى، تُضخّ المياه في أنابيب من مناطق أرطب، ويُشحن الطعام من مزارع بعيدة. تروى مناطق واسعة من التربة الخصبة في الصحراء من مياه تُضخّ من مصادر تحت الأرض، أو تُحضر عبر أقنية أو أقنية جزّ من أنهار وبحيرات بعيدة.

جعل النقل الجويّ وتطوّر التكييف الهوائيّ الطقس المشمس للصحاري ذات الشتاء الدافيء، أسهل منالاً وأكثر جاذبيّة لسكّان المناطق الأبرد طقساً، ما خلق منتجعات مثل تلك التي في پالم سپرنجز في ولاية كاليفورنيا. وتجتذب الحدائق الصحراويّة مثل «معْلَم وادي الموت الوطنيّ» Death Valley National Monument في جنوب غرب الولايات المتحدة، آلافَ الزوّار سنويّاً.

الصحاري الإنتشاريّة

تساعد النشاطات الإنسانيّة غالباً في توسّع الأراضي الصحراويّة. مع الوقت، يمكن للزراعة ورعي القطعان بطرق طائشة أن يدمرا الأراضي المعشوشبة والسريعة الزوال عند أطراف صحراء ما، كما يحصل في منطقة «الساحل» في أفريقيا الشماليّة. إنّ تدمير الأراضي المعشوشبة عبر الرعي الزائد وقطع الأشجار للتدفئة يتركان الأرض عارية. وبدون وجود نبات ليضبط التربة ويمسك الماء، قد تصبح الأراضي المعشوشبة صحاري.

وفي صحراء تنجر في الصين، طوّر الباحثون طريقة أخرى للتحكّم بالكثبان التائهة. يثبّتون الرمل المنجرف بواسطة شبكة من أسوار القشّ شبيهة بالمصبعة[12]. يُقحم القشّ جزئيّاً في الرمل، فيخلق شكلاً من المربّعات الصغيرة حول أطراف الكثبان. تحطّم الأسوار الناجمة عن ذلك قوّة الريح على مستوى الأرض، فتمنع حركة الكثبان عن طريق إبقاء الرمل ضمن مربّعات المصبعة.

يمكن لتحسين طرق الزراعة وتحديد عدد الحيوانات الراعية أن يساعدا في إبطاء تصحّر الأراضي الغنيّة.

المواطن الطبيعيّة الفريدة

في الأدب وفي الأساطير، توصف الصحاري غالباً بأنّها أماكن عدوانيّة يجب اجتنابها. واليوم، وفي عالم تزداد كثافة سكّانه، تقدّم هذه المناطق مدى واسعاً، تربة غنية أحياناً، مياهاً باطنيّة، بترولاً، وموارد طبيعيّة أخرى. يقوم بعض الدول بمشاريع ريّ باهظة التكاليف لجعل الأراضي الصحراويّة صالحة للإستخدام البشريّ. وبالإضافة إلى الموارد التي تقدّمها الصحاري، فإنّها أجزاء فريدة وجذّابة من العالم الطبيعي.

(١) الميسات: هضاب مستوية السطوح متحدّرة الجوانب.
(٢) البتّات: هضاب منعزلة شديدة الإنحدار.
(٣) النجد: سهل واسع مرتفع.
(٤) الجلاميد: (ج. جلمود) صخر ضخم أكسبته المياه أو الأحوال الجوّيّة شكلاً مدوّراً.
(٥) المنزّات: (ج. منزّة) بقعة ينزّ منها الماء من تحت الأرض مشكّلاً بركة عادةً.
(٦) صبّار ساجوارو: صبّار ضخم مع جذع سميك وشوكيّ وأزهار بيضاء، يعيش في جنوب غرب الولايات المتحدة وشمال المكسيك.
(٧) الأكورديون: آلة موسيقيّة قابلة للطيّ والإمتداد.
(٨) المسكيت: نبات شائك.
(٩) مُسبّتة: في طور السّبات أي في فترة تنعدم فيها النشاط الحيوي.
(١٠) الصّرّنْدَر: نوع من الأفاعي المجلجلة.
(١١) الطوارق: هم بدو مسلمون حاميّو الأصل واللسان منتشرون في الأرجاء الوسطى والغربيّة من الصحراء الكبرى.
(١٢) المصبعة: شبكة قضبان متصالبة.

علم الاقتصاد

الاقتصاد هو دراسة كيفيّة انتاج السلع والخدمات وتوزيعها. وتشمل عبارة «السلع والخدمات»، بالنسبة لعلماء الاقتصاد، كلّ ما يمكن شراؤه وبيعه. وأمّا كلمة «إنتاج»، فهي تعني عملية تحويل السلع والخدمات وصناعتها. كما يُقصد بكلمة «توزيع»، الطريقة التي يتمّ بها تقسيم السلع والخدمات بين الناس.

إنّ الناس بمعظمهم يرغبون بالحصول على أكثر ممّا يمكنهم شراؤه. فالعائلة التي تشتري غرضاً ما، قد لا تتمكّن من شراء غرض آخر كانت ترغب في الحصول عليه. وينطبق هذا الأمر أيضاً على الدول. فسواءٌ كانت الدولة غنيّة أو فقيرة، فإنّ سكّانها يتطلعون بمعظمهم إلى ما يفوق إمكاناتهم المادّيّة. فهم يريدون مدارس أفضل، وعدداً أكبر من المنازل، وجيشاً أقوى. وهنا، يدرس علم الاقتصاد كيف تُصنع الأشياء التي يحتاجها الناس ويريدونها، وكيف تصل إليهم. كما يدرس كيفيّة اختيار الدول واختيار الناس مشترياتهم من بين الأشياء الكثيرة التي يرغبون بها.

في كلّ البلدان، تكون الموارد المستعملة لانتاج السلع والخدمات قليلة جداً. فما من دولة تملك كفايتها من المزارع والمصانع والعمال، لكي تنتج كلّ ما تحتاج اليه. والمال نادر أيضاً. فقليلون هم الأشخاص الذين يملكون ما يكفي من المال لشراء كلّ ما يريدونه، وفي الوقت الذي يريدون. لذلك، عليهم، وحيثما وُجدوا، أن يختاروا أفضل الوسائل الممكنة، لاستعمال مواردهم وأموالهم. فالأولاد يختارون بين الذهاب إلى السينما أو شراء الهامبرغر. ويختار مالكو المحالّ التجاريّة، بين إنفاق مدّخراتهم في عطلة صيفية أو شراء المزيد من البضائع للمتاجرة بها. وقد يكون على الدولة أن تختار بين استعمال الضرائب لشقّ طرقات جديدة أو بناء المزيد من الغوّاصات. إذن، وبحسب المفهوم الاقتصاديّ، لا بدّ لكلّ من الأولاد وأصحاب المحالّ التجارية وللدولة أيضاً، أن يقتصد حتى يتمكّن من تلبية أكثر الحاجات والرغبات أهميّة بالنسبة له. وهذا يعني محاولة استعماله الموارد التي يملكها، في إنتاج السلع والخدمات الأشدّ إلحاحاً في نظره.

المشاكل الاقتصاديّة

على كلّ دولة أن تنظّم إنتاج وتوزيع السلع والخدمات التي يريدها الشعب، وبالتالي يجب أن يسعى اقتصادها إلى حلّ مشاكل أربع أساسيّة: أولاً: ما هو نوع الإنتاج؟ ثانياً: كيفيّة إنتاج السلع والخدمات؟ ثالثاً: مَنْ هي الجهة المستفيدة من السلع والخدمات؟ رابعاً: بأيّ سرعة يجب أن ينمو الاقتصاد؟

ما هو نوع الإنتاج؟ لا توجد دولة قادرة على إنتاج ما يكفي من السلع والخدمات لتلبية حاجات شعبها. والسؤال هو: أيّ سلع وخدمات هي أكثر أهميّة من غيرها؟ هل يجب أن نزرع القمح أم الذرة؟ وماذا ننتج في مصانعنا: صواريخ أم أجهزة تلفزيونيّة؟

كيف سيتمّ إنتاج السلع والخدمات؟ هل ستقوم كلّ عائلة بانتاج ما يكفيها لتأكل وتلبس، أم يجب تطوير صناعات متخصّصة، لتأمين هذه المنتوجات؟ وهل يجب تشغيل عدد كبير من العمّال في الصناعة، أم تُترك للآلات مهمّة القيام بالأعمال المتعدّدة؟

من سيستفيد من السلع والخدمات؟ هل توزّع على الجميع بالتساوي؟ وأيّ فئة من السلع والخدمات يجب أن تخصّص لمن يستطيع شراءها فقط؟ وأيّ فئة يجب أن توزّع بطريقة أخرى مختلفة؟

بأيّ سرعة يجب أن ينمو الاقتصاد؟ ينمو الاقتصاد عندما يتمّ إنتاج السلع والخدمات بوتيرة متصاعدة. وعلى كلّ دولة أن تقرّر أيّ نسبة من مواردها القليلة، سوف تستعملها لبناء المصانع والآلات وتأمين المزيد من التعليم للأجيال الصاعدة، الأمر الذي سيؤدّي إلى زيادة الانتاج في المستقبل. كذلك يجب أن تقرر الدولة، نسبة الموارد التي سيتمّ توظيفها في إنتاج خدمات وسلع استهلاكية، وأيضاً كيفيّة تجنّب مشكلة البطالة وبقية المشاكل الإقتصادية التي تتسبّب بهدر مواردها.

كيف ينمو الاقتصاد؟

يجب أن ينمو الاقتصاد لكي يؤمّن للناس مستوى معيشة أفضل، أي حتّى يوفّر لهم السلع والخدمات بكميّة أوفر وجودة أكبر. وفي الإجمال، كلّما تزايدت سرعة النموّ الإقتصاديّ لبلد ما، كلّما ارتفع بسرعة أكبر، مستوى معيشة أفراده.

تنمية الاقتصاد: العناصر الأساسيّة لإنتاج السلع والخدمات، وتسمّى أيضاً موارد الإنتاج، هي أربعة: ١- الموارد الطبيعيّة، ٢- رأس المال، ٣- اليد العاملة و٤- التقنيّة.

الموارد الطبيعيّة بالنسبة لعلماء الاقتصاد هي، الأرض والمواد الخام، كالمعادن والمياه وأشعّة الشمس. أمّا رأس المال فيتضمّن المصانع والأدوات والمؤن والتجهيزات. ويدلّ تعبير «رأس المال» أيضاً على النقد الذي يمكن استعماله لشراء هذه المكوّنات. كذلك تشير كلمة اليد العاملة إلى الأفراد الذين يعملون أو يسعون للعمل، وإلى مستوياتهم العلميّة ومهاراتهم. أمّا المقصود بالتقنيّة فهو الأبحاث والاختراعات العلميّة والمهنيّة.

ولكي ينمو اقتصاد بلد ما، عليه أن يزيد من موارده الإنتاجيّة، أو أن يحسّن أساليب استعمالها. وعلى سبيل المثال، يمكن أن يستعمل البلد حتى ينمو اقتصاده، بعض موارده لبناء المصانع والتجهيزات الثقيلة والسلع الإنتاجية الأخرى، الأمر الذي يمكّنه من زيادة إنتاجه في المستقبل. كذلك يمكن اللجوء إلى تدريب العلماء والعمّال والإداريين لاستنباط تقنيات جديدة وإدارة الإنتاج مستقبلاً. وتسمّى المعرفة التي يكتسبها هؤلاء الأشخاص، برأس المال البشريّ. ويمكن للتقنيات الجديدة، إلى جانب تنمية رأس المال البشريّ، أن تزيد من الإنتاجيّة، وبالتالي يمكن الحصول على مزيد من السلع والخدمات مقابل كلّ وحدة من الموارد التي يتمّ استهلاكها في الإنتاج.

قياس النموّ الإقتصاديّ: إنّ الناتج القوميّ الخام لأيّ بلد، هو قيمة السلع والخدمات الإجماليّة المنتجة فيه لفترة سنة. ويتمّ قياس النموّ الإقتصاديّ بقياس التغيير في الناتج القومي الخام، خلال عدد من السنوات.

أنواع الأنظمة الإقتصاديّة

تمّ تطوير أنواع مختلفة من الأنظمة الإقتصاديّة



معمل فولاذ في منطقة نوفا سكوشا في كندا

بنتيجة مقاربة الدول مشاكلها الاقتصاديّة الخاصّة، كلّ على طريقتها. غير أنّ الأنظمة الإقتصاديّة للدول كلّها هي مزيج من نموذجين اقتصاديّين أساسيّين: ١- النظام الرأسماليّ - ٢- الإقتصاد الموجّه.

ينادي **النظام الرأسماليّ** بالملكية الفرديّة للمشاريع الكبرى، وحرية الأفراد في إدارة هذه المشاريع. وقد تمّ بناء الكثير من الأنظمة الإقتصاديّة على مبادىء النظام الرأسماليّ. وتسمّى هذه الأنظمة باقتصاد المبادرة الحرّة أو اقتصاد السوق الحرّ، لأنّها تسمح للأفراد بأن يقوموا بالنشاطات الإقتصاديّة، بعيداً عن رقابة الدولة. غير أنّه، حتّى في هذه الدول، تملك الحكومة بعض الأراضي ورأس المال، وتمارس رقابة جزئيّة على الإقتصاد.

كان عالم الاقتصاد الاسكوتلاندي آدم سميث، أوّل من حدّد في القرن الثامن عشر مبادىء النظام الرأسماليّ. فهو القائل بعدم تدخّل الحكومات في معظم شؤون العمل. وبحسب نظرياته، فإنّ رغبة رجال الأعمال في تحقيق الأرباح، مقرونة بعنصر المضاربة، سوف تعمل كيد خفيّة من أجل تحقيق ما يريده المستهلك. وتُعرف فلسفة سميث هذه، بفلسفة «عدم التدخل» Non-interference.

أمّا **الإقتصاد الموجّه** فيدعو إلى سيطرة الدولة على أوجه النشاطات الإقتصاديّة الكبرى، كما يدعو إلى ملكيّة الدولة لمجمل وسائل الإنتاج. ويترك هذا النظام لمخطّطي الدولة مهمّة التحكّم بالإنتاج والأسعار وتوزيع السلع والخدمات.

أوجه الاختلاف بين الدول: يجمع كلّ اقتصاد حقيقيّ، بين عناصر من النظام الرأسماليّ وأخرى من النظام الموجّه. غير أنّ الدول تختلف عن بعضها بنسبة ما تعتمده من كلّ نظام منهما. فالولايات المتحدة وكندا تعتمدان نظاماً يقلّ فيه تدخّل الدولة، لذلك غالباً ما تُعطى لهما صفة الرأسماليّة.

أمّا الإتحاد السوفياتيّ والكثير من دول أوروبا الشرقيّة، فقد اعتمدت في الماضي الإقتصاد الموجّه. إنّ حكومات هذه الدول قد امتلكت كلّ وسائل الإنتاج تقريباً، وسيطرت على كافّة النشاطات الإقتصاديّة الأساسيّة. كذلك، اتّخذ موظّفو الحكومة كلّ القرارات الهامّة في ما يتعلق بكيفيّة إنتاج السلع وتسعيرها وتوزيعها. وغالباً ما كان يوصف النظام المعتمد في هذه البلدان، بالشيوعيّة. ولم تعرف أيّ دولة طعم الإزدهار في ظلّ هذا النظام. لذلك، لجأت دول أوروبا الشرقيّة إلى التخفيف بشكل كبير من اعتمادها على الإقتصاد الموجّه، بعد سلسلة من الثورات التي قامت في أواخر الثمانينات وأوائل التسعينات. كذلك، بدأ الإتحاد السوفياتيّ في أواخر الثمانينات يخفّف من إحكام سيطرة الدولة على الإقتصاد في البلاد. وبعد انحلال هذا الإتّحاد عام ١٩٩١، استمرّ عدد كبير من الجمهوريات السوفياتية السابقة بالتقليل من اعتماده على الإقتصاد الموجّه.

أمّا الصين وبقية البلدان التي تُعتبر شيوعيّة، فقد خفّفت هي أيضاً من الرقابة على النشاطات الاقتصاديّة. فحكومة الصين، مثلاً، بدأت عند منتصف الثمانينات بتخفيف سيطرتها على الأعمال والأسعار.

الإقتصاد العالميّ

تعتمد الدول على بعضها في الحصول على الكثير من السلع والخدمات الحيويّة، وذلك عبر التبادل التجاريّ والماليّ في العالم. ويدرس علماء الإقتصاد العلاقات الإقتصاديّة بين الدول. وهم يبحثون عن وسائل لزيادة التجارة الدوليّة، كما يحاولون مساعدة الدول الفقيرة من أجل تحسين أوضاعها الإقتصاديّة.

التجارة الدوليّة: يمكن للدول أن تستفيد من المبادلات التجاريّة في ما بينها. فالموارد في العالم ليست موزّعة بشكل متساوٍ. والأمثلة على ذلك كثيرة، فأستراليا تمتاز بمراعيها الخصبة، وتمتاز التشيلي بثرواتها المعدنيّة. وقد يتضاعف الإنتاج العالميّ، لو أنّ الدول تكتفي فقط بإنتاج السلع التي يسهُل عليها إنتاجها، وتستورد البضائع التي تواجه صعوبة نسبيّة بتصنيعها.

وعلى الرغم من فوائد التجارة العالميّة، فقد حاولت الدول، لمئات السنين، أن تحدّ من وارداتها وأن تنتج الكثير من السلع والخدمات التي تحتاجها. فدولٌ كثيرة تخشى أن يؤدّي تخصّصها في إنتاج عدد محدّد من السلع، إلى الإفراط في الإعتماد على الآخرين، الأمر الذي يؤدّي - في حال نشوب حرب - إلى انقطاع مواردها من السلع والخدمات الضروريّة. وغالباً ما يطالب رجال الأعمال بحماية صناعاتهم من المنافسة الأجنبيّة، لئلّا يحتكر المنتجون الأجانب بعض الأصناف ويرفعوا أسعارها. ويعتبر الكثير من الناس على أن يمكن للدولة أن تزيد من فرص العمل وتساعد في تجنّب الركود عن طريق تحديد الاستيراد وتطوير صناعاتها الخاصّة.

وتعتمد الدول طرقاً عدّة للحدّ من التجارة. والطريقتان الأهم هما: ١- التعرفة الجمركية ٢- العوائق التجارية.

التعرفة الجمركيّة هي رسم على الاستيراد والتصدير. وعندما تُفرض التعرفة على المستوردات، فهي ترفع من أسعار منتوجات الدول الأخرى. أما العوائق التجاريّة فهي أنظمة وقيود على التجارة بين الدول. فنظام حصص الاستيراد، مثلاً، يسمح باستيراد كميّة محدّدة من منتوج معيّن في كلّ سنة.

وبالمقابل، يسعى الكثير من الدول وراء زيادة التبادل من دون قيود، وهو ما يسمّى بالتبادل الحرّ. وحجّة هذه الدول أنّ التبادل الحرّ لا يملك حسنات اقتصاديّة وحسب، بل هو يزيد من الوفاق الدوليّ أيضاً. فعلى الدول التي تقبل بالتبادل الحرّ أن تتعاون في ما بينها، لأنّها تعتمد على بعضها من أجل تأمين السلع والخدمات.

ومن الممكن أن تتوصّل دولتان أو أكثر إلى اتفاق للتبادل الحرّ في ما بينهما. ففي عام ١٩٩٢، وقّعت كلّ من الولايات المتحدة وكندا والمكسيك اتفاق التجارة الحرّة لشماليّ أميركا North American Free Trade Agreement (NAFTA)، وهو يقضي بالإلغاء التدريجيّ للتعرفة الجمركيّة وبعض الحواجز الأخرى بين الدول الثلاث. وأصبحت هذه المعاهدة سارية المفعول في أوّل كانون الثاني العام ١٩٩٤ بعد التصديق عليها في المجالس التشريعيّة للدول المعنيّة.

وتستمرّ دول كثيرة بفرض قيود على التبادل التجاريّ في ما بينها. والمثل على ذلك الدول الأقلّ تطوّراً، والتي لا تزال تعتمد التعرفة الجمركيّة المرتفعة، وسيلةً لحماية صناعاتها.



الصناعة

الصناعة هي مجموعة من المؤسّسات تصنع منتوجات متشابهة، أو تؤمّن خدمات متشابهة. وكمثل على ذلك، شركات صناعة السيّارات التي تصنع شاحنات وسيّارات. وأمّا المؤسّسات المصرفيّة فتقدّم قروضاً، وتدير الإستثمارات، كما تؤمّن مختلف الخدمات الماليّة.

هناك الآلاف من الصناعات، وهي تتضمّن مجال الإعلانات، البناء، العمل في المزارع، توضيب اللحوم، استثمار المناجم، والبثّ الإذاعيّ والتلفزيونيّ.

ويقوم الكثير من الصناعات بتحويل الموادّ الخام إلى منتوج يمكن استخدامه، مثلما تحوّل صناعة الصلب، خام الحديد إلى فولاذ. ويقوم بعض الصناعات كالنقل بواسطة السكك الحديد والشاحنات، بإيصال البضائع من مكان إلى آخر. وهناك أيضاً صناعات تؤمّن خدمات، كالطاقة الكهربائيّة والعناية الطبيّة والإتصالات الهاتفيّة.

ونشير كلمة صناعة إلى كلّ الأعمال مجتمعة؛ وهي، من هذا المنطلق، تؤمّن كلّ ما يلزمنا تقريباً من ملبس ومأكل ومأوى وحاجات أساسيّة أخرى. وتساهم الصناعة كذلك بجعل حياتنا أكثر صحّة وسعادة، فهي تؤمّن لنا وسائل الترفيه، والأدوات المنزليّة التي تريحنا، وكذلك الدواء، والكثير من الأشياء الأخرى.

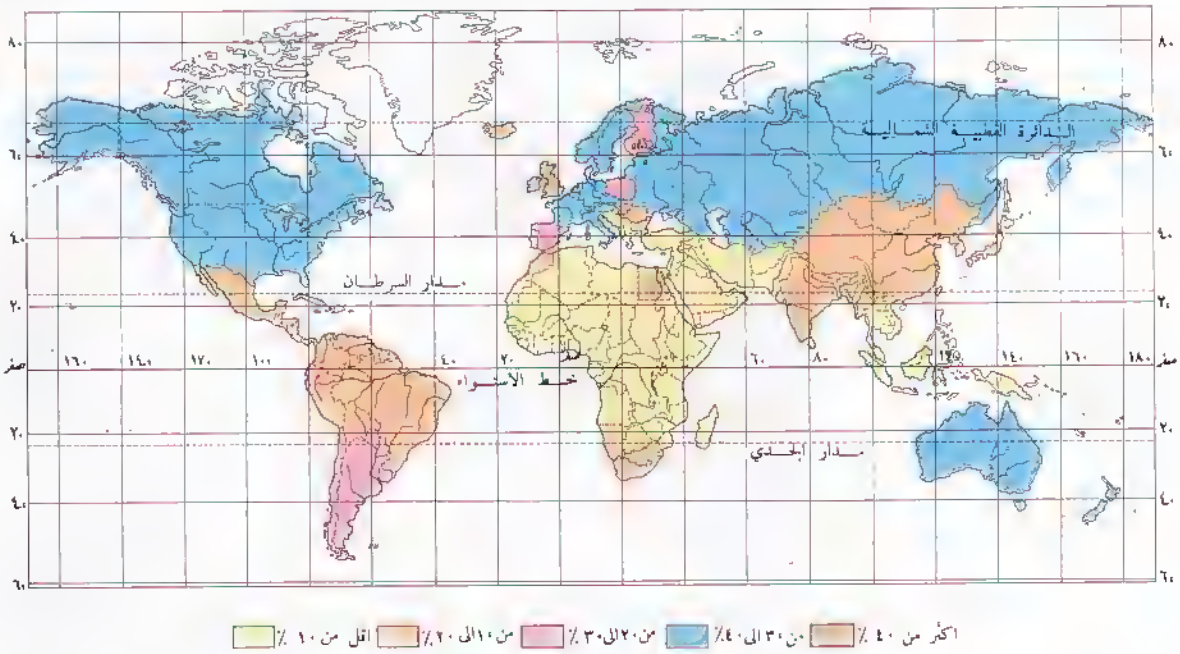
صحيح أنّ الصناعة تجعلنا نحيا حياة أفضل؛ لكن، لها في بعض الأحيان آثار جانبيّة ضارّة: فالمصانع يمكن أن تلوّث الهواء والمياه، فتعرّض صحّتنا للخطر. والآلات تُصدر ضجيجاً، غالباً ما يكون مزعجاً وقد يؤثّر سلباً في قدرتنا على السمع. أضف إلى ذلك النموّ المتزايد للصناعة الذي يمكن أن يستهلك ما يسهل الحصول عليه من مخزون العالم من النفط والغاز الطبيعيّ.

ويناقش هذا المقال ما تحتاجه الصناعة من أجل الإنتاج، وكيف تتنوّع الصناعات حول العالم؛ كما يناقش المشاكل والتحدّيات التي تواجهها الصناعة الحديثة، وأيضاً كيفيّة تصنيف الصناعات.

حاجات الصناعة

يستعمل الخبراء المعنيّون بدراسة الصناعة كلمة «منتوج»، للدلالة على كلّ سلعة أو خدمة تنتجها الصناعة. فالمنتوج يمكن أن يكون قماشاً أو ثلّاجة أو رأياً قانونيّاً. ولكي تحصل على المنتوج، تستعمل الصناعة «عناصر» تدخل في عمليّة الإنتاج، كاليد العاملة والآلات والموادّ الخام. وتتوقّف كميّة «المنتوج» ونوعيّته على كميّة ونوعيّة هذه «العناصر»، التي تسمّى أيضاً «موارد الإنتاج»، وعلى مدى مهارة المنتج في استخدامها. أمّا العناصر الأساسيّة اللازمة للإنتاج والتي تدخل في الصناعة فهي خمسة:

نسبة السكّان العاملين في القطاع الصناعيّ في العالم



الدول التي تعرف نسبة كبيرة من العاملين في القطاع الصناعيّ هي، بمعظمها، من الدول الواقعة ضمن نطاق المناطق المعتدلة المناخ (في النصف الشماليّ للكرة الأرضيّة)، يضاف إليها دولتا أستراليا ونيوزيلاندا. هذه الدول تعتبر، في الوقت نفسه، الدول الأكثر تقدّماً.

(١) الموارد الطبيعيّة (٢) رأس المال (٣) اليد العاملة (٤) الإدارة (٥) التكنولوجيا. ويختصر بعض الخبراء عدد هذه العناصر إلى ثلاثة أو أربعة. وفي رأيهم أنّ الإدارة هي شكل من أشكال اليد العاملة، وأنّ التكنولوجيا جانب من رأس المال. وتُعرف نسبة مجموع المنتوج على مجموع اليد العاملة المستخدَمة للإنتاج، باسم «معدّل انتاجيّة اليد العاملة».

الموارد الطبيعيّة: وتشمل الأخشاب والمعادن والتربة والشمس والمياه والحياة البريّة، وهي حيويّة بالنسبة للزراعة وصيد الأسماك واستثمار المناجم وبعض الصناعات الأخرى. إلّا أنّ الصناعات الخدماتيّة كالمصارف وشركات التأمين تتطلّب استخدام القليل من موارد الأرض، كما أنّ بعض الصناعات يمكنه أن يستخدم البلاستيك وموادّ أخرى مركّبة بدلاً من الموادّ الطبيعيّة.

يتوفّر بعض الموارد الطبيعيّة بشكل محدود، وبالتالي فهذه الموارد توصف بأنّها «غير قابلة للتجديد». فالأرض، مثلاً، تملك مخزوناً محدوداً من الفحم والغاز الطبيعيّ والنفط، لا يمكن تعويضه إذا ما استنفد بالكامل. وفي مقابل ذلك، هناك بعض الموارد القابلة للتجديد مثل الثروة السمكيّة والحرجيّة، ويمكن للإنسان أن يحصل على حاجته من الأسماك والأشجار عن طريق التربية في الأحواض وفي الزراعة.

رأس المال: للكلمة معنيان، عندما يتعلّق الأمر بالصناعة. فرأس المال يشير: (١) إلى النقد الذي تحتاجه الشركات لاستخدام العمّال، وشراء اللوازم ودفع الفواتير، وهو ما يسمّى برأس مال الإستثمار؛ (٢) إلى رؤوس الأموال الثابتة كالأبنية والآلات والأدوات ومختلف السلع التي تخدم عمليّة الإنتاج خلال فترة من الزمن. إنّ الفرن الذي يُستخدم في المخبز هو رأسمال ثابت، بعكس مادّتي الطحين والخميرة. ويتطلّب بعض الصناعات، مثل إنتاج الطاقة الكهربائيّة والصناعات النفطيّة، استثمارات ضخمة في رأس المال الثابت بالمقارنة مع بقيّة النفقات. ومن أجل زيادة الإنتاج، لا بدّ للصناعة من زيادة رأس المال الثابت، وهذا يعني تخصيص موارد لهذا الغرض. فعلى الدولة التي تريد تطوير صناعتها أن تبدأ إذن، بتوظيف بعض مواردها للحصول على سلع إنتاجيّة، كما يجب أن تتخلّى الصّناعة عن السلع الأخرى التي كان يمكن للموارد نفسها أن تنتجها لو استُعملت لغاية أخرى. وتسمّى استثماراً، عمليّة توظيف الموارد للحصول على سلع إنتاجيّة.

وتحصل الشركة على رأسمالها بطرق ثلاث: (١) الإقتراض من المصارف؛ (٢) إصدار وبيع السندات؛ (٣) بيع الأسهم. وعندما تقترض شركة من مصرف ما، فإنّها تتعهّد بتسديد القرض مع فوائده. من جهة ثانية، يمكن للشركة أن تجمع المال من المستثمرين الراغبين في شراء السندات التي تصدرها. وفي هذه الحالة، تلتزم الشركة دفع قيمة السندات لحامليها مع فوائدها المستحقّة.

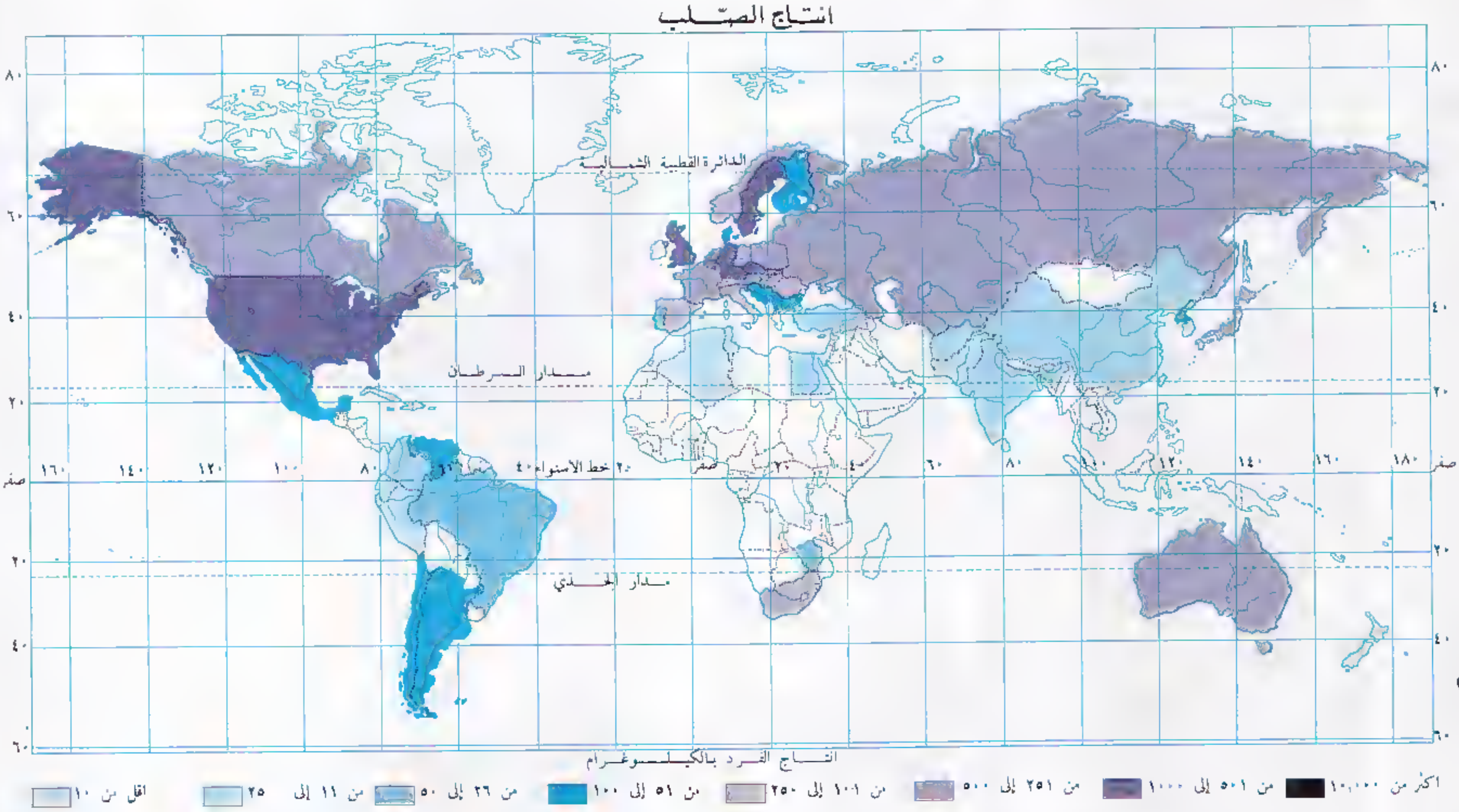
أمّا الطريقة الأخرى التي يمكن للشركة أن تجمع بها الأموال اللازمة لتوسيع أعمالها، فهي بيع أسهم جديدة. ويُطلق اسم «مساهم» على كلّ شخص يشتري هذه الأسهم. وتكون الشركة غير ملزمة بإعادة الأموال إلى المساهمين، الذين يصبحون لقاء مساهمتهم الماليّة، مشاركين إضافيّين في ملكيّة الشركة. وتتمثّل ملكيّة المساهمين بحصصهم من الأسهم التي يملكون. وعلى الرغم من أنّ الشركة لا تردّ إلى المساهمين أموالهم أو تدفع لهم فوائد مقابل هذه الأموال، إلّا أنّهم غالباً ما يحصلون على نصيبهم من الأرباح، وهو حصّة ممّا حقّقته الشركة من ربح، تُدفع لكلّ مساهم بنسبة ما يملكه من أسهم.

اليد العاملة: وتتمثّل بالجهد الذي يبذله الإنسان لكي ينتج سلعاً وخدمات. وكلّ الصناعات بحاجة إلى اليد العاملة. إلّا أنّ كلفتها في بعض الصناعات أكبر بكثير من كلفة عناصر الإنتاج الأخرى كالآلات والموادّ الأوليّة. وتدخل المحاسبة والمحاماة ومعظم صناعات الخدمات الأخرى، ضمن هذه الفئة من الصناعات.

ويتوقّف حجم اليد العاملة المتوفّرة في الصناعة على عدّة عوامل، منها عدد السكّان ونسبة العاملين بينهم أو الذين يسعون إلى العمل، وأيضاً عدد الساعات التي يقضيها كلّ فرد في العمل.

وتختلف اليد العاملة من حيث النوعيّة. فالأشخاص يتميّزون عن بعضهم بحسب المهارات التي ورثوها أو اكتسبوها. وعلى هذا، فإنّ كلّاً منهم يختلف عن غيره بما يصنع، وبالكميّة التي يمكنه أن ينتجها، وأيضاً بالمهارة التي ينجز فيها عمله. ويمكن للتعليم والتدريب أن يساهما بزيادة مهارات العامل؛ لكنّهما، وكما هي الحال بالنسبة لرأس المال الثابت، بحاجة لتضحية راهنة، على أمل الحصول في المستقبل على ربح متوقّع. وعلى هذا الأساس، يُشار غالباً إلى مهارات اليد العاملة بعبارة الرأسمال البشريّ.

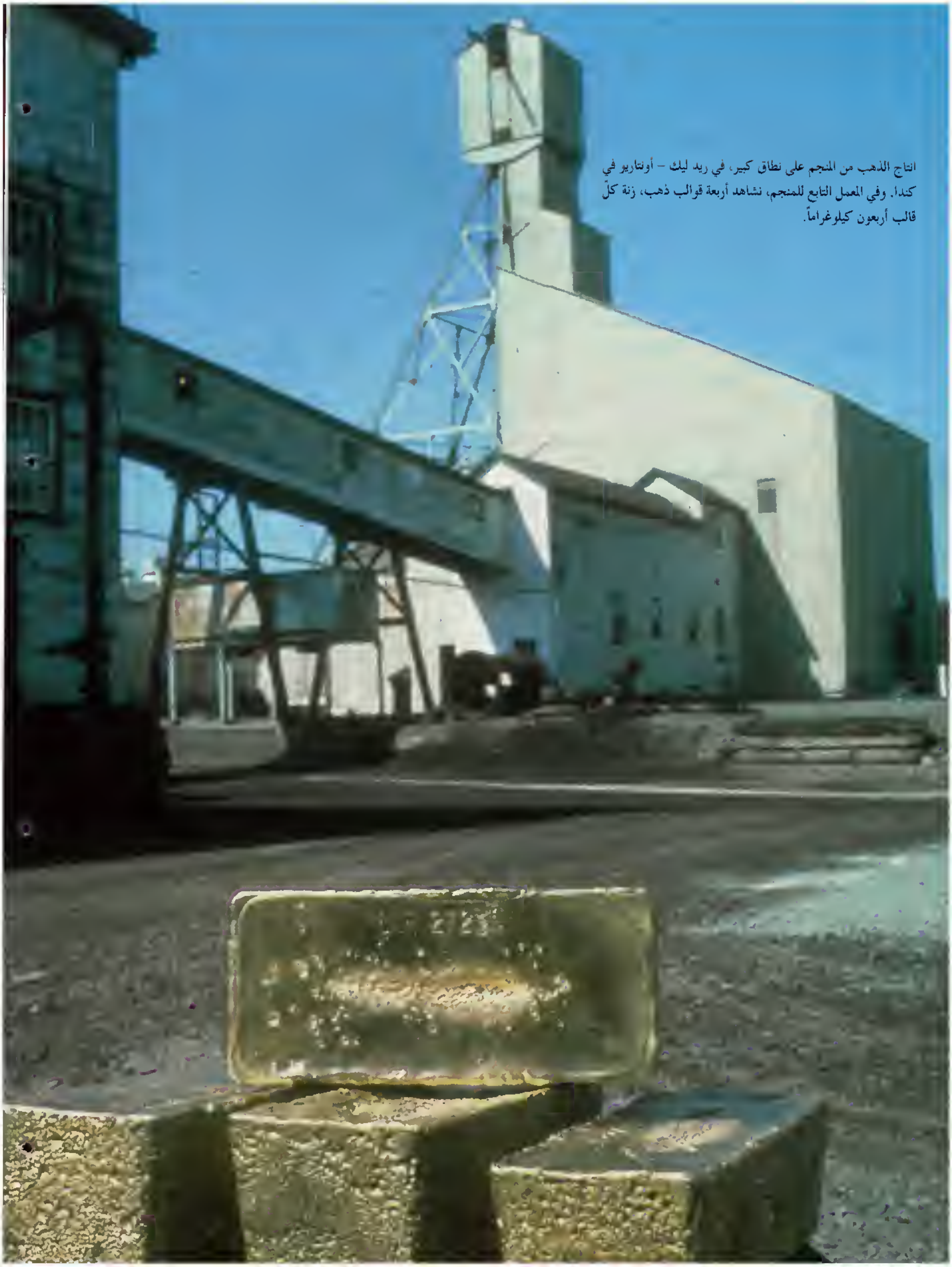
الإدارة: هي شكل مميّز من أشكال اليد العاملة، مهمّتها اتّخاذ القرارات. ويقوم المدراء باتّخاذ قرارات تتعلّق مثلاً بماهيّة الإنتاج وكميّته والأسواق المطلوب تغطيتها، إضافة إلى حجم الحملات الإعلانيّة وأسعار المبيع.



مناطق إنتاج الفولاذ (الصلب) تتجمّع خصوصاً في دول أميركا الشماليّة وأوروبا (بما فيها الإتّحاد السوفياتيّ السابق).

قالب فولاذيّ مصهور في مصنع للفولاذ في نوفا سكوشا في كندا





انتاج الذهب من المنجم على نطاق كبير، في ريد ليك – أونتاريو في
كندا. وفي المعمل التابع للمنجم، نشاهد أربعة قوالب ذهب، زنة كلّ
قالب أربعون كيلوغراماً.

وهم يوظّفون عناصر الإنتاج الأخرى أو يديرونها. ويطمح المدراء في معظم الشركات إلى تحقيق أرباح عالية من أجل توزيع أنصبة أرباح كبيرة للمساهمين.

لذلك، فهم يسعون من ناحية، إلى إبقاء كلفة الإنتاج في أدنى مستوى ممكن، ومن ناحية أخرى إلى تحديد أسعار مبيع عالية تسمح بتحقيق مداخيل مرتفعة. إلّا أنّ المنافسة ضمن ميدان صناعتهم غالباً ما تمنعهم من تحقيق هذه الأهداف. ويمكن القول إجمالاً بأنّ ما من صناعة تقوم برفع أسعار منتوجاتها قبل أن يُقدم منافسوها على خطوة مماثلة، لأنّها إذا فعلت، فقد تدفع بعدد كبير من زبائنها للتحوّل عنها من أجل شراء منتوجات منافسيها.

إنّ اختيار مزيج عناصر الإنتاج هو من القرارات الهامّة التي يجب أن يأخذها المدراء، محدّدين بذلك نسب رأس المال واليد العاملة والموادّ الأوّليّة التي سيستعملونها في عمليّة الإنتاج من أجل تحقيق هدفهم، وهو إبقاء كلفة الإنتاج في أدنى مستوى ممكن. فإذا كانت كلفة اليد العاملة مرتفعة مثلاً، عمدت الشركة إلى الإستثمار في شراء آلات أوتوماتيكيّة تقلّل من عدد العمّال المطلوبين لإنجاز عمل معيّن. أمّا إذا كانت اليد العاملة رخيصة، فقد تقرّر الشركة استخدام المزيد من العمّال بدلاً من شراء آلة تقوم بالعمل. إنّ مجموعة عناصر الإنتاج التي تسمح للشركة بالتوصّل إلى إنتاج سلعها أو خدماتها بأدنى كلفة مع الإبقاء على نوعيّة جيّدة، تسمّى مزيج عناصر الإنتاج الأكثر إنتاجيّة أو المزيج الأمثل.

إنّ هدف الشركة في المحافظة على كلفة إنتاج منخفضة يؤثّر على اختيارها الموقع. فنادراً ما تكون الموارد التي تحتاجها الشركة قريبة من الأسواق، وبالتالي تضطرّ إلى نقل مواردها أو إنتاجها أو الإثنين معاً. وفي جميع الأحوال، تحاول الشركة إبقاء تكاليف النقل في حدّها الأدنى.

وتحدَّد كلفة النقل على أساس الوزن والحجم والمسافة. وبالتالي، فإنّ اختيار الشركة موقعها قد يتوقّف على كون منتوجها أخفّ أو أكثر وزناً من الموادّ المستعملة في تصنيعه. والمشروبات الغازيّة هي مثل على الصناعات التي تعطي منتوجات «تكتسب وزناً»، فهي تضيف الماء إلى مكوّنات أخرى في عمليّة التصنيع، وهي من أجل ذلك تختار لمصانعها، مواقع قريبة من أسواق الإستهلاك. وفي المقابل، فإنّ صناعات الورق والصناعات المتعلّقة بصلب الأخشاب هي مثلٌ للصناعات التي تنتج بضائع «تخسر وزناً»، وبالتالي فالكثير منها يوجد قريباً من مصادر الموادّ الأوّليّة.

التكنولوجيا: وهي تشير إلى المعرفة بالآلات والموادّ والأساليب التقنيّة والأدوات. ويمكن للمجتمع أن يشجّع التقدّم التكنولوجي، وذلك عبر تخصيص المزيد من الموارد لأغراض البحث والتعليم. وكما هي الحال بالنسبة لزيادة رأس المال، فإنّ إحراز التقدّم في هذا المجال يتطلّب تضحيات آنيّة من أجل تحقيق أرباح في المستقبل.

تنوّع الصناعة حول العالم

تختلف الصناعة اختلافاً كبيراً بين الدول المتطوّرة والدول النامية. وتضمّ الدول المتطوّرة معظم الدول في أوروبا وأميركا الشماليّة واليابان. أمّا الدول النامية فهي معظم دول أفريقيا وآسيا وأميركا الجنوبيّة. إنّ معدّل ما تنتجه الصناعة في الدول المتطوّرة من سلع وخدمات بالنسبة لكلّ فرد من السكّان، هو أكبر من المعدّل نفسه في الدول النامية.

إنّ سبب قلّة الإنتاج في الدول النامية هو النقص في الآلات والعناصر الأخرى المكوّنة لرأس المال الثابت، وأيضاً التخلّف التكنولوجي. فالعمّال يصنعون الكثير من الموادّ الغذائيّة والمساكن والحاجات الأخرى بآلات وتقنيّات بدائيّة، بحيث أنّ ما ينتجه كلّ عامل يبقى ضئيلاً. وعلى العكس من الدول المصنّعة، فإنّ الدول النامية تشكو من نقص في الرأس المال البشريّ، بمن في ذلك المهندسون والإداريّون والعمّال الكفوؤون الضروريّون للنموّ الصناعي.

هناك حواجز عدّة تحدّ من التطوّر الصناعيّ في الدول النامية. فالتزايد السريع لعدد السكّان يحول دون توسّع رأس المال، وذلك بسبب توظيف المزيد من الموارد في تأمين الغذاء والسلع التي يستعملها المستهلكون بشكل مباشر. الناس، بمعظمهم، ينفقون كلّ ما يكسبونه لكي يؤمّنوا حاجاتهم اليوميّة من دون أن يبقى لديهم ما يستثمرونه. أمّا الذين يتمكّنون من الإدّخار، فهم بغالبيّتهم يستثمرون ما ادّخروه في شراء الذهب والمجوهرات والأراضي غير المنتجة وأنواع أخرى من الثروات، عوضاً عن استثمارها في سلع إنتاجيّة. أضفْ إلى ذلك قلّة عدد المدارس والمعلّمين، ما يحدّ من إمكانيّة تأهيل المزيد من الرأس المال البشريّ.

وتختلف الدول النامية عن الدول المتطوّرة أيضاً بنوع الإنتاج. ففي حين يخصَّص قسم كبير من الصناعة في البلدان النامية لتأمين الغذاء والحاجات الأساسيّة الأخرى، فإنّ صناعات عدّة في البلدان المتطوّرة ترتكز على إنتاج وسائل للرفاهية والكماليّات على مختلف أنواعها. إلى جانب ذلك، فإنّ الكثير من الدول الفقيرة ينتج نوعاً واحداً أو نوعين من الموادّ الخام التي يتبادلها مع بقيّة بلدان العالم، والتي إذا ما انخفضت أسعارها تسبّبت بمعاناة لهذه الدول.

مصنع نسيج في البرتغال





نيويورك ليلاً

يستعمل أكثر من ٣٠٪ من الطاقة المستهلكة في الولايات المتحدة للإنارة والتدفئة والتبريد. يمكن لتقنيات البناء التي تؤمن عزلاً حرارياً فعالاً أن تخفض الاستهلاك في هذا المجال إلى النصف.

مصادر الطاقة

لقرون عدة، كانت القوة العضلية (للإنسان والحيوان) وقوة الريح والمياه أكثر مصادر الطاقة استعمالاً، وهي لا تزال تستعمل إلى اليوم في كثير من البلدان النامية.

في بداية القرن الثامن عشر، وبفضل التقدّم التقني والعلمي، بدأ الفحم يستعمل على نطاق واسع لتوليد الطاقة في سبيل التدفئة وتشغيل الآلات.

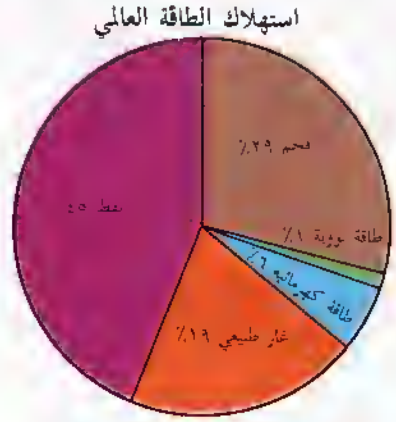
بعد ذلك، انتشرت الكهرباء المولّدة في محطات تعمل بالفحم وأيضاً في محطات كهرمائية، ما سهّل نشوء الصناعة وتطوّرها في كثير من البلدان الغنية بالمواد الأولية. من ثم، جاء استعمال الهيدروكربونيات، وخصوصاً النفط. نظراً إلى سهولة استعماله، وحتى وقت قريب، لبخس ثمنه، أصبح النفط بسرعة أكثر مصادر الطاقة استعمالاً.

ان توسع التصنّع واستعمال المحرّكات، وإمكان نفاد مصادر الهيدروكربونيات بشكل سريع، إضافة إلى التوترات السياسية، قد شجّعت على التوجّه إلى مصادر طاقة أخرى، مثل الطاقة النووية. ولكن المشكلات الكبيرة المختلفة الملازمة لاستعمال الطاقة النووية قد وجّهت الأنظار إلى مصادر الطاقة الممكن تجديدها (الكهرمائية، الحرارية الجوفية، الشمسية، الكتلة البيولوجية) وإلى الوسائل الممكنة لتوفير الطاقة. يجب أن تدار مصادر الطاقة بعناية وحذر شديدين لزيادة الفعالية في استعمال الطاقة على كل المستويات، ويحرز اليوم تقدّم ملحوظ على هذا الصعيد.

أنواع الطاقة المستهلكة

كما يظهر في الرسم البياني أدناه، يأتي أكثر من نصف الطاقة المستهلكة اليوم من الهيدروكربونيات (النفط والغاز الطبيعي)، وهي نسبة تتزايد منذ بداية القرن العشرين. حتى ذلك التاريخ، كان الفحم يؤمّن ٧٠٪ من مصادر الطاقة؛ وقد انخفضت النسبة اليوم إلى أقلّ من الثلث. إلا أن تزايد كلفة النفط، يجعل من الضروري إعادة النظر في هذا المصدر من الناحية الاقتصادية. نظراً إلى ارتفاع كلفة انتاجها وإلى التكنولوجيا المتقدّمة التي تتطلّبها، لا تشكل الطاقة النووية، اليوم، سوى جزء ضئيل من الطاقة المستهلكة في العالم.

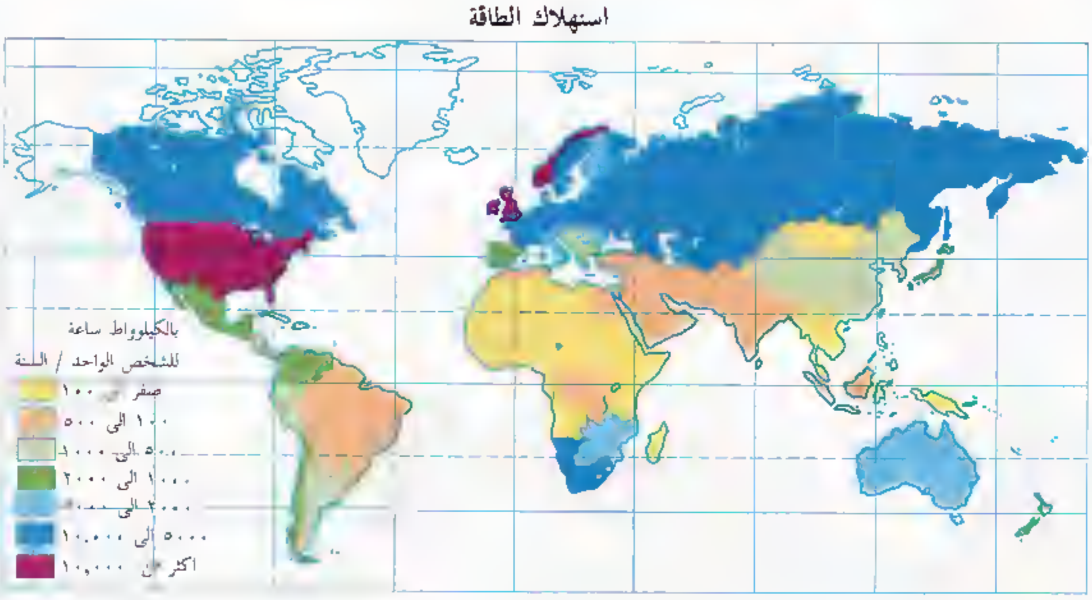
استهلاك الطاقة العالمي



استهلاك الطاقة

أصبحت اليوم كمية الطاقة المستهلكة سنوياً للشخص الواحد، دلالة مهمة على مستوى تطوّر كل بلد من بلدان العالم. كما يظهر في الخريطة، توجد أعلى نسب استهلاك الطاقة في أكثر البلدان تصنّعاً والتي تتمتع بأعلى مستويات معيشة (كالولايات المتحدة، مثلاً) ثم تليها كل الدول الأوروبية تقريباً والاتحاد السوفياتي السابق وكندا، حيث الاستهلاك أقلّ ولكن بمقدار ضئيل. تعود هذه المستويات المرتفعة من الاستهلاك إلى الصناعة، وخصوصاً صناعة المعادن والصناعة الكيميائية، وإلى الاستهلاك المحلي. في معظم الدول المتبقية، استهلاك الطاقة منخفض ولكنه يزداد باستمرار.

استهلاك الطاقة



الفحم

يعتبر الفحم من أكثر المواد توفّراً على سطح الأرض. وقد تطوّرت التراكمات الطبيعيّة المتواجدة للفحم من جرّاء النباتات المورقة، خلال العصر الجيولوجيّ للأرض المسمّى بالعصر الكربونيّ Carboniferous Period، الذي ابتدأ منذ أكثر من ٣٠٠ مليون سنة، وقد ترسّب الكثير من النباتات بعد زواله في أعماق المستنقعات والتجمّعات المائيّة. أمّا المتبقّي منها فقد تراكم فوق بعضه البعض مشكّلاً طبقات رطبة تحتوي كميّاتٍ غير كافية من الأكسجين الذي حال دون تحلّلها بالكامل. إثر ذلك، برزت الكتلات العضويّة البنيّة اللون تدعى اللبد[١] Peat، وبرزت منها الأغصان وجذور النباتات والأعشاب الأخرى بشكل ظاهر. وكنتيجة لتعرّض مستويات المياه للكثير من التقلّبات، انغمرت التراكمات اللبديّة بالرمال والطمي، ما زاد كميّة الضغط على الكتلات العضوية، وزاد بالتالي من اندماجها وتحوّلها إلى طبقات من الفحم الصلب.

يُعتبر اللبد من أقدم وأرطب أشكال الفحم. وهو يتطوّر حالياً في أراضٍ رطبة. والجدير بالملاحظة أنّه لم يتعرّض للضغط اللازم لتحويله إلى مادّة فحميّة صلبة، ولكن يمكن استعماله كوقود في حال جفافه.

وتسمّى المرحلة الثانية من تطوّر الفحم باللينيت[٢] Lignite، ويليه الفحم القاريّ Bituminous Coal، ثم فحم الانتراسيت[٣] Anthracite Coal.

تزداد كميّة الكربون مع تلاحق مراحل تطوّر الفحم، وتتناقص كميّة الرطوبة فيه، ما يجعله أشدّ صلابة. ولفحم الانتراسيت خصائص مميّزة، منها صلابته ونقاوته عند الاشتعال.

الطاقة الذريّة

في أواخر ثلاثينات هذا القرن، اكتشف العلماء كيف يغلقون نواة الذرّة. هذه العمليّة المسمّاة الإنشطار النوويّ Nuclear fission تُطلق الطاقة التي تفقد النواة. وجدوا أنّه عندما تنغلق ذرّة من العنصر المشعّ أورانيوم، تقدح الأخرى لتنغلق. يسمّى هذا تفاعلاً متسلسلاً. يمكن لتفاعل متسلسل غير مضبوط أن يسبّب انفجاراً، كما في القنبلة الذريّة. يُنتج تفاعل مضبوط في داخل مفاعل نوويّ، كميّاتٍ هائلةً من الطاقة الحراريّة في جزء من الثانية. تسخّن الطاقة المياه خالقة بخاراً يدير مولّدات ذات عنفات لينتج الكهرباء.

ربّما تكون الطاقة النووية واحدة من أكثر مصادر الطاقة المستعملة اليوم إثارةً للجدل. يمكن للفضلات المشعّة الناجمة عن الإنشطار أن تدمّر الخلايا في أجسام الناس والحيوانات، وتلوّث النبات والماء. على الفضلات المشعّة أن تخزّن بشكل مأمون لآلاف السنوات إلى أن تصبح غير ضارّة. رغم أنّ المفاعل النوويّ لا يمكن أن ينفجر مثل قنبلة، يمكن لانفجارات مرتبطة بارتفاع مفاجىء في الطاقة المولّدة أن تحدث فجأة في بعض المفاعل النوويّة مفسحة في المجال أمام انطلاق المواد المشعّة في الهواء. حدث هذا في العام ١٩٨٦ في تشرنوبيل في أوكرانيا، ما سبّب المرض والموت ولوّث المحاصيل.

يعمل الفيزيائيّون النوويّون على تطوير الأمان في المفاعلات النوويّة. كما أنّهم يدرسون وسيلة أكثر أماناً في تحصيل الطاقة المسجونة في الذرّات. تسمّى هذه العمليّة التحاماً نوويّاً Nuclear Fusion، وهي تقلّد كيفيّة انطلاق الطاقة في الشمس. في الإلتحام، تندمج نوى ذرّات الهيدروجين، أي تتّحد، لتشكّل عنصراً آخر. أثناء عمليّة الإلتحام، تطلق الذرّات طاقة. لقد تحقّق الإلتحام على درجات حرارة عالية في المختبرات بشكل محدود. يعمل العلماء أيضاً على أساليب الوصول إلى التحام على درجات حرارة عاديّة. قد يكون الإلتحام أقلّ تلويثاً من الإنشطار، كما يمكنه إطلاق كميّات هائلة من الطاقة.

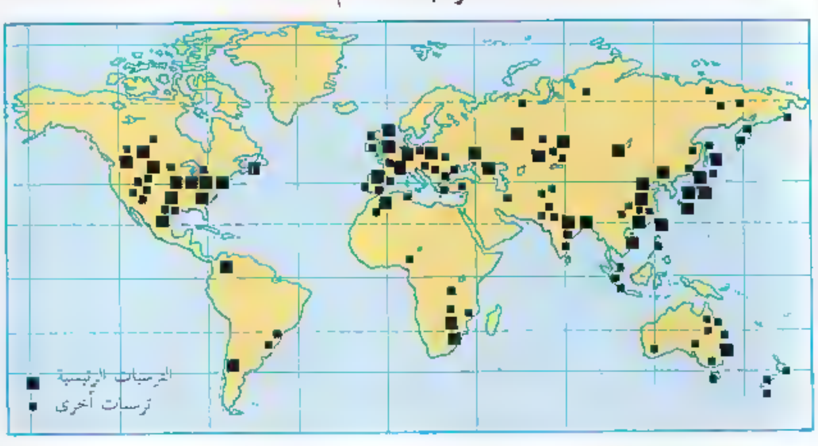
فعاليّة الطاقة

يعمل العلماء حول العالم على طرق لتسخير مصادر طاقة بديلة أكثر توافراً، وأنظف من الوقود الأحفوريّ الذي نعتمد عليه الآن. لن تعني النقلة إلى مصادر بديلة أنّ الناس سوف يضطرّون للتخلّي عن أسباب راحتهم. يريد الناس الدفء والضوء ووسائر المنافع التي تقدّمها الطاقة؛ فهم ليسوا مهتمّين بشكل خاصّ بمصدر الطاقة الذي يزوّدهم بها. أمّا في الوقت الحاضر، فيمكن للناس أن يساعدوا في صيانة مصادر الطاقة الحالية عبر استخدام الطاقة بفعاليّة أكبر. لا يعني هذا ممارسة صيانة الطاقة في البيوت والمكاتب فحسب، ولكنّه يعني أيضاً استخدام منتوجات تستهلك طاقة أقلّ وتؤمّن الراحة التي يستمتعون بها.

(١) اللبد: خشب صخريّ نصف متفحّم.
(٢) اللينيت: فحم أحفوريّ، أسود أو بنّي يحتوي على ٦٠ إلى ٧٣٪ من الكربون.
(٣) فحم الانتراسيت: فحم صلب.

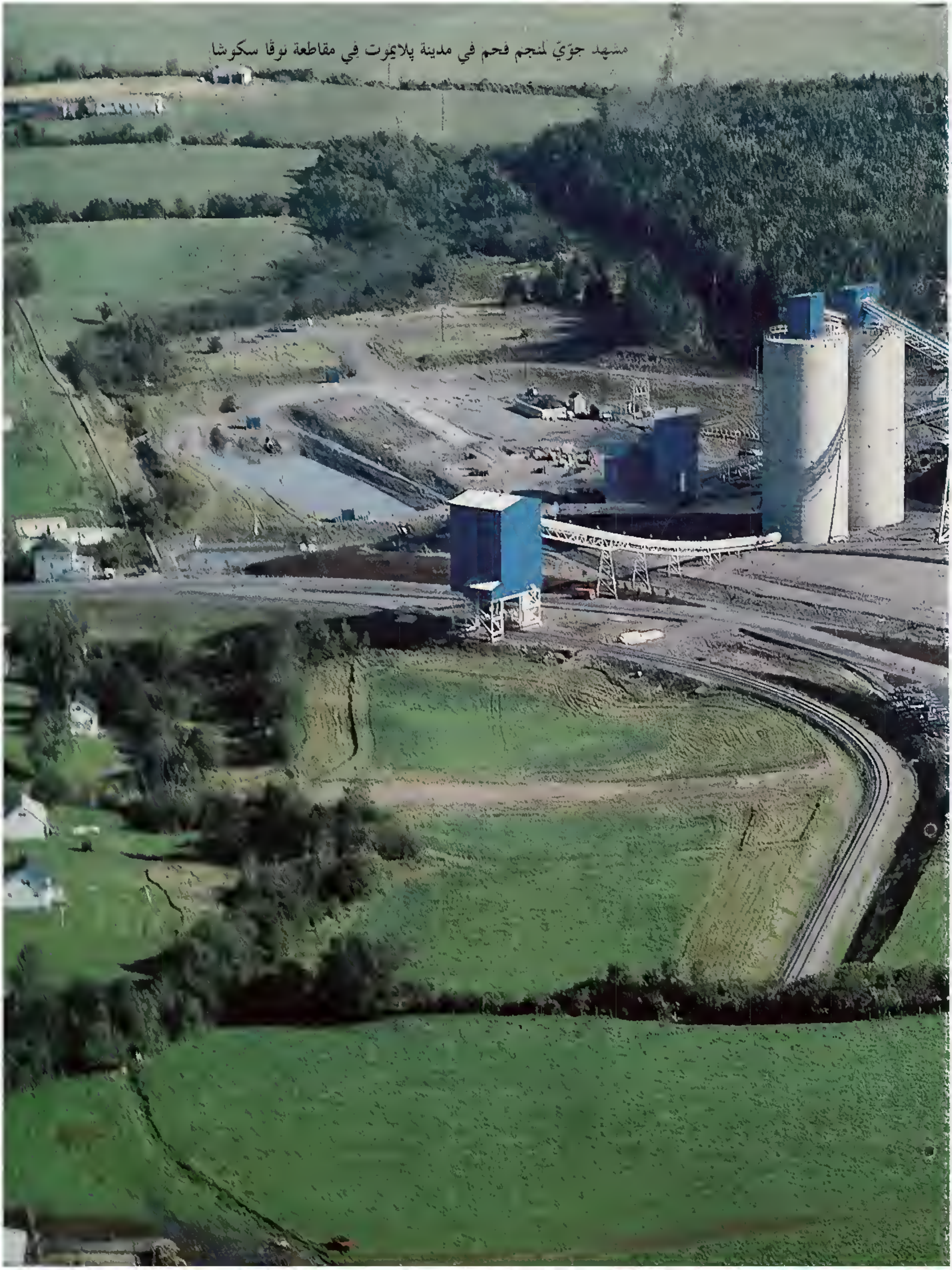


ترسّبات الفحم



استعمل الصينيون الفحم الأحفوري منذ زمن بعيد لتوليد الطاقة الحرارية. وأصبح الفحم حيوياً بالنسبة إلى الإقتصاد العالميّ، وخصوصاً الأوروبيّ، بعد اختراع المحرّك البخاريّ. فتكثّف وجود الصناعات في مناطق التعدين (الرور في ألمانيا، منطقة بيتسبورج في الولايات المتحدة، الدونتسك في أوكرانيا)، ولم يتراجع إنتاج الفحم إلاّ بعد تصميم المحرّك الداخليّ الإحتراق، الذي يستعمل المنتجات النفطيّة. (تمثّل الصورة إلى اليمين استخراج الفحم في منجم أستراليّ). يبقى الفحم، اليوم، مادّة أوّليّة ضروريّة في صناعة الحديد وفي قطاعات عدّة من الصناعة الكيميائيّة ولتوليد الكهرباء.





مشهد جوّيّ لمنجم فحم في مدينة پلايموت في مقاطعة نوڤا سكوشا

تؤمّن الطاقة الكهربيمائيّة الكهرباء بحبس طاقة المياه المتحرّكة. تدير قوّة المياه نصال التربينات التي تدير دوارات المحرّكات لانتاج الكهرباء. الأنهار هي أهمّ مصدر للطاقة الكهربيمائية. وتضبط السدود إطلاق مياه الأنهار عبر التربينات. طوّر المهندسون الهيدروليكيّون (متخصّصون بعلم السوائل المتحرّكة) التقنيّة اللازمة لتسخير الطاقة الموجودة في الشلّالات وأمواج البحر وحركة المدّ والجزر من أجل إنتاج الكهرباء.
تمّ إنشاء سدّ إيتايپو على نهر پارانا، الواقع بين البرازيل والپاراچواي، وهو أول سدّ في العالم من حيث كمّية الكهرباء المنتجة (٣٠ مليار كيلو واط ساعة).





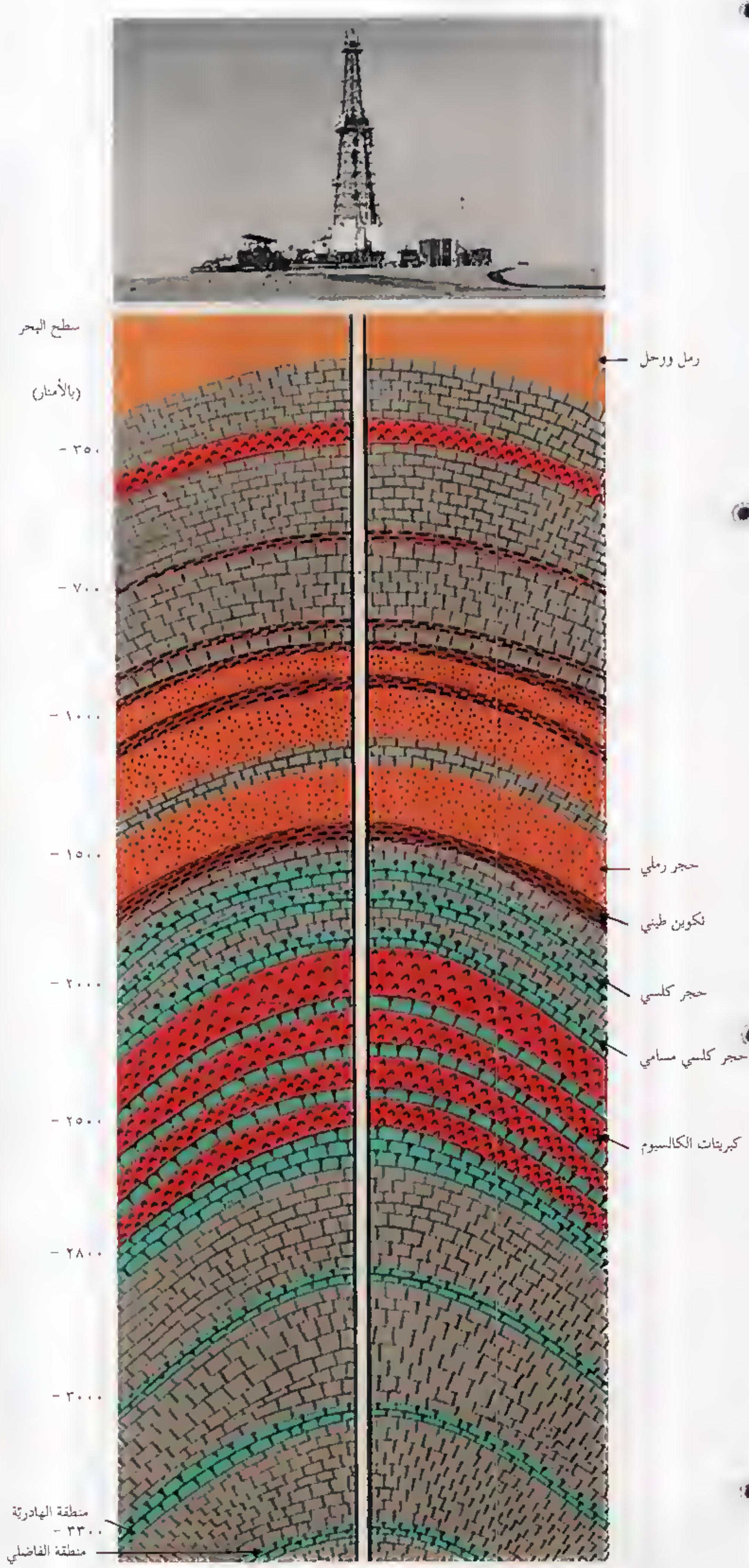


محطة نووية لتوليد الطاقة الكهربائية

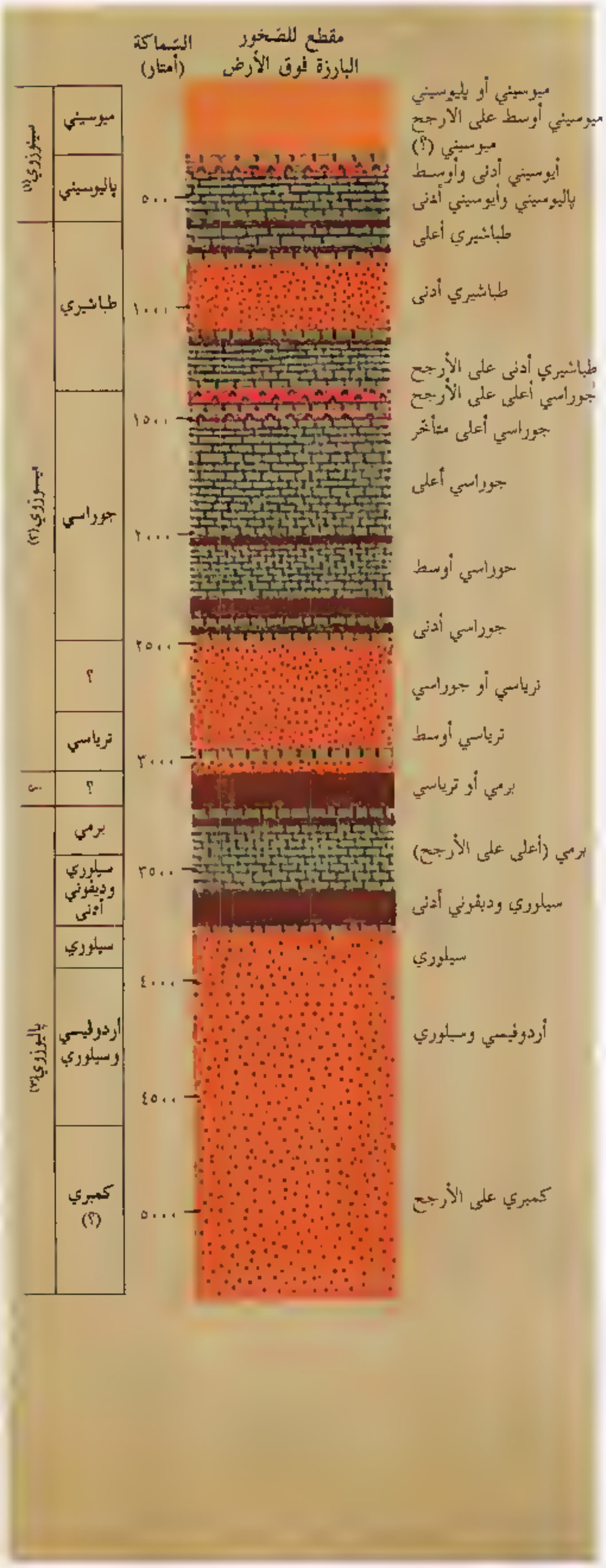
منجم لاستخراج الفحم



شرقي المملكة العربية السعودية



طبقات الأرض حيث كلّ طبقة تعود إلى عصر معيّن حسب عمق كلّ طبقة. ابتداء من العصر الجوراسيّ، ونلاحظ أنّ خزاني نفط الفاضليّ والهادريّة في المملكة العربيّة السعوديّة، اكتشفا في طبقة العصر السيلوريّ أي على عمق -٣٥٠٠ متر.



(١) سينوزويّ: الدهر الحديث.

(٢) ميسوزويّ: الدهر الوسيط.

(٣) پاليوزويّ: الدهر القديم.

النفط

يُعدُّ النفط أحد أهمّ مصادر الثروة الطبيعيّة في العالم. ويُطلق عليه البعض اسم **الذهب الأسود**، لكن من الأفضل ربما وصفه بأنّه قوام الحياة في الدول الصناعيّة. فأصناف الوقود المستخرجة من النفط تؤمّن الطاقة للسيّارات والطائرات والمصانع والآلات الزراعيّة والشاحنات والقطارات والسفن. وتولّد أصناف الوقود النفطيّ حرارة وطاقة كهربائيّة للكثير من المنازل وأماكن العمل. ويؤمّن النفط إجمالاً حوالى نصف الطاقة التي يستهلكها العالم.

وإضافة إلى أنواع الوقود على اختلافها، يدخل النفط في صناعة آلاف المنتجات. وتتراوح هذه المنتجات بين موادّ تعبيد الطرقات وشحم المحرّكات وموادّ التجميل. ويُستعمل النفط في صناعة السجّاد والستائر وموادّ التنظيف والألعاب البلاستيكيّة والصباغ والدهان.

يأتي النفط من أماكن عميقة في الأرض على شكل سائل يسمّى **نفطاً خاماً**. وتتفاوت أنواع النفط الخام سماكةً ولوناً بين نفط رقيق صافٍ ونفطٍ شبيه بالقطران. ويوجد النفط أيضاً في موادّ صلبة مثل الصخور والرمول.

وكلمة Petroleum الإنجليزيّة مشتقّة من كلمتين لاتينيّتين Rock وOil تعنيان **صخراً وزيتاً**. وقد أُطلق هذا الاسم على النفط لأنّه اكتُشف، في بادىء الأمر، مادّة زيتيّة تتسرّب من الأرض عبر شقوق في الصخور السطحيّة. أمّا اليوم، فيشار إلى النفط بكلمة **زيت**، ويُستخرج معظمه من أحواض تقع تحت سطح الأرض.

والنفط، كسائر المعادن، لا يمكن تعويضه بعد نفاده. ومع ازدياد الطلب على النفط سنة بعد سنة، يتضاءل مخزون العالم من هذه المادّة بسرعة. وفي حال استمرار استهلاك النفط على وتيرته الحاليّة، قد تصبح هذه المادّة نادرة بحلول أواسط القرن المقبل.

كيف تشكّل النفط؟

يعتقد معظم الجيولوجيّين أن النفط تشكّل من بقايا كائنات حيّة ماتت منذ ملايين السنوات. هذه **النظريّة العضويّة** المتعلّقة بتكوّن النفط تقوم على وجود موادّ معيّنة تحتوي الكربون في النفط، وعلى أنّ هذه الموادّ قد أتت من كائنات كانت حيّة في أحد الأيام. والعمليّة التي أنتجت النفط، أنتجت أيضاً غازاً طبيعيّاً؛ وهذا ما يفسّر وجود هذه المادّة مع النفط الخام أو محلولة فيه.

وبحسب النظريّة العضويّة، كانت المياه تغمر من وجه الأرض مساحة أكبر بكثير من تلك المغمورة اليوم. وقد عاشت كائنات صغيرة بأعداد ضخمة في المياه الضحلة، أو طافت قرب سطح المياه في قلب المحيط. وحين ماتت هذه الكائنات، ترسّبت بقاياها في قاع المحيط، وعلقت في **ترسّبات** مؤلّفة من الوحول والرمال وموادّ أخرى. وتراكمت الترسّبات، وباتت مطمورة تحت أرض المحيط. ومع ازدياد عمق هذه الترسّبات، تعرّضت لدرجات حرارة كبيرة وضغط مرتفع، فانضغطت مشكّلةً **صخراً رسوبيّاً**. وقد أخضعت هذه الظروف الصخر لعمليّات كيميائيّة انتجت مادّة شمعيّة تسمّى **كيروجين**. وانفصل الكيروجين إلى سائل (النفط) وغاز (الغاز الطبيعي) عندما وصلت درجة حرارته إلى أكثر من ٦٠° مئويّة. وفي حال دُفن النفط عميقاً أكثر من اللزوم، وتعرّض لدرجة حرارة تفوق الـ ٢٠٠° مئويّة، تضعف الروابط بين جزيئات النفط الكبيرة والمعقّدة، ويتحلّل النفط. ويسمّى مدى درجات الحرارة التي يتكوّن عندها النفط **نافذة النفط**. إذا انخفضت درجة الحرارة تحت هذا المدى، يتكوّن القليل من النفط. وعند أعماق هائلة حيث درجات الحرارة مرتفعة جداً، يتحلّل النفط.

ومع الوقت، صعد النفط والغاز الطبيعيّ خلال ممرّات طبيعيّة في الصخر، وهذه الممرّات عبارة عن شقوق وثقوب صغيرة تسمّى **مسامات**. ويعتقد العلماء أنّ الماء ساهم في دفع النفط والغاز عبر هذه المسامات. فالماء، الأكثف من النفط، يمكن أن يكون قد دفع النفط صعوداً. ويُعتقد أنّ هناك سبباً آخر هو وزن الطبقات الصخريّة فوق النفط، فهذا الوزن ضغط النفط في ثقوب الصخر وشقوقه.

وتسرّب النفط والغاز إلى نوع من الصخر يسمّى **صخراً مَكْمَنيّاً** Reservoir Rock الذي يملك خاصيّتين تسهّلان انتقال الموادّ المائعة عبره، وهما: (١) المساميّة و(٢) النفاذيّة. وتعني الأولى وجود ثقوب صغيرة، أي مسامات، في الصخر، فيما تعني الثانية أنّ الثقوب المذكورة مترابطة بفراغات تمكّن الموادّ المائعة من الانتقال. وقد انتقل النفط والغاز إلى أعلى، عبر فراغات الثقوب المترابطة حتى وصلا إلى طبقة صخريّة غير منفذة. وظلّت المادّتان تنتقلان على امتداد السطح الأسفل لهذه الطبقة إلى أن باتت هذه الطبقة تشكّل **محبساً** ثلاثيّ البعد. وإثر حدوث تغييرات في قشرة الأرض، تراجعت المحيطات، وظهرت يابسة جافّة فوق الكثير من الصخور المكمنيّة والمحابس.

ويقع معظم المكامن والمحابس عميقاً تحت سطح الأرض. لكنّ بعض المكامن تكوّن قرب السطح، فيما اندفع بعض آخر إلى الأعلى، جرّاء تغييرات طرأت على قشرة الأرض. وقد يصل النفط في هذه الترسّبات الضحلة إلى السطح بشكل تدفّق شبيه بالينبوع. وفي بعض الأمكنة، مثل ڤينزويلا وجزيرة ترينيداد، تجمّع ما يكفي من النفط ليشكّل بحيرة.

وما تزال الموادّ العضويّة في بعض الترسّبات الرسوبيّة في أيّامنا يخضع لظروف من الضغط والحرارة والنشاط البكتيريّ، مماثلة لتلك التي شكّلت النفط منذ عصور خلت. لكنّ تكوّن كمّيات قابلة للاستخدام يحتاج إلى ملايين السنوات. والناس يستهلكون النفط بسرعة تفوق بكثير سرعة تكوّن نفط جديد.

نبذة تاريخيّة

صُنعت أوّل مادّة بتروكيميائيّة في الولايات المتحدة في العام ١٨٧٢، وسمّيت **أسود الكربون**؛ وهي مادّة صُنعت من الغاز الطبيعيّ، وتُستعمل اليوم لتقوية الإطارات.

وانتشرت صناعة البتروكيميائيّات في العشرينات من هذا القرن. ففي ذلك الوقت، كان الفحم يعدّ مصدراً أساسيّاً للكثير من الموادّ الكيميائيّة. لكنّ الشركات الكيميائيّة ما لبثت أن لجأت إلى النفط والغاز الطبيعيّ لإنتاج بعض الموادّ الكيميائيّة، نظراً لرخص هاتين المادّتين وسهولة الحصول عليهما مقارنة بالفحم. وقد مكّنت البتروكيميائيّات الصناعيّين من إنتاج موادّ مثل البلاستيك والألياف الصناعيّة بأرخص ثمن متوافر. وقد توسّع استخدام البتروكيميائيّات بسرعة في الولايات المتحدة خلال الحرب العالميّة الثانية (١٩٣٩ – ١٩٤٥). فالجيش استخدم الكثير من الموادّ المركّبة من البتروكيميائيّات، بما فيها المتفجّرات والمطّاط الصناعي.

وخلال السبعينات والثمانينات، ازدادت حصّة الصناعة البتروكيميائيّة من النفط الخام والغاز الطبيعيّ المستهلك في العالم. وفي الوقت نفسه، تنبّأ بعض العلماء أنّ النفط والغاز الطبيعيّ سيتضاءلان مع حلول القرن المقبل، ورأوا أنّ العالم سيلجأ إلى استخدام الفحم والطّفل الزيتي لإنتاج الموادّ الكيميائيّة.

التنقيب عن النفط

قبل العام ١٩٠٠ تقريباً، كان الباحثون عن النفط لا يستطيعون أكثر من التفتيش عن النزور، معتمدين على أمل بالنجاح. وتألّفت معدّاتهم من قضيب مستدقّ الرأس ومجرفة **وعصا استنباء** أحياناً وعصا متشعّبة اعتقد البعض أنّها ذات مقدرة سحريّة على اكتشاف مواقع الماء والنفط. لكنّ التنقيب عن النفط تطوّر خلال القرن العشرين إلى علم يستخدم أنواعاً من المعدّات المعقّدة، ويمارسه **جيولوجيو نفط** أو **علماء طبيعة الأرض**.

الدراسات الجيولوجيّة: يدرس جيولوجيّو النفط التكوينات الصخريّة على سطح الأرض وتحته، لتحديد الأماكن التي قد يوجد فيها النفط. وهم يبدأون عادةً باختيار منطقة تبدو ملائمة لتكوّن النفط، كالأحواض الرسوبيّة، ثم يضعون خريطة مفصّلة لمعالم المنطقة السطحيّة. قد يستخدمون صوراً فوتوغرافيّة مأخوذة من الطائرات والأقمار الصناعيّة، إضافة إلى ملاحظاتهم المأخوذة على الأرض، لا سيّما إذا كانت المنطقة وعرة. ويستعمل العلماء الخريطة لإيجاد دلائل على وجود المحابس النفطيّة. فوجود نتوء صغير في منطقة مسطّحة إجمالاً قد يدلّ على وجود قبّة ملحيّة، وهي نوع شائع من المحابس النفطيّة.

استخدامات النفط

للنفط استخدامات أكثر تنوّعاً من أيّ مادّة أخرى في العالم. والسبب في تعدّد استخدامات النفط يرجع إلى التركيب المعقّد لجزيئاته. والنفط الخام خليط من أنواع عدّة من **الهيدروكربونات** ، وهي جزيئات مؤلّفة من العنصرين، الهيدروجين والكربون. بعض هذه الجُزيئات غازيّ، وبعضها جامد، لكنّ معظمها يشكّل مجتمعاً مادّة سائلة.

النفط وقوداً: تشتعل أنواع الوقود النفطيّة وتحترق بسرعة وتنتج كميّة كبيرة من الحرارة والطاقة قياساً على وزن الوقود. ويسهل استخدام هذه الأنواع وتخزينها ونقلها مقارنةً بأنواع أخرى من الوقود كالفحم والخشب. ويُنتج النفط حوالى ٤٣٪ من الطاقة المستهلكة في الولايات المتحدة، ويُعدّ المصدر الوحيد تقريباً لكل أنواع الوقود المستخدمة في النقل ولكثير من أنواع الوقود المنتجة للحرارة والكهرباء.

والمحروقات المستعملة في النقل هي الغازولين ووقود الديزل ووقود الطائرات النفّاثة. ويُكرّر حوالى ٤٥٪ من إجماليّ النفط الخام إلى غازولين، وحوالى ٧٪ إلى وقود ديزل، وحوالى ٧٪ إلى وقود طائرات نفّاثة.

النفط مادّة أوّليّة: يدخل ١٣٪ تقريباً من كسور النفط موادّ أوّليّة في الصناعة، فالكثير من هذه الموادّ يحوّل إلى **بتروكيميائيّات** ، التي تُشكّل أكثر من ثلث الموادّ الكيميائيّة المنتجة في الولايات المتحدة. وتُستخدم البتروكيميائيّات في صناعة موادّ التجميل والتنظيف والأدوية والأسمدة والمبيدات الحشريّة وأصناف البلاستيك والألياف الصناعيّة ومئات الموادّ الأخرى.

وتُستخدم المنتجات النفطيّة الثانويّة موادّ أوليّة في بعض الصناعات. وتشمل هذه المنتجات الأسفلت، المادّة الرئيسيّة المستعملة في بناء الطّرق، والشّمع، الذي يدخل في صناعة الشموع، وموادّ تلميع الأثاث.

استخدامات النفط الأخرى: يشكّل بعض الموادّ كالشّحوم والزيوت الصناعيّة المختصّة حوالى ٢٪ من

احتياط النفط



النفط مادّة أوليّة مهمّة جداً في الحياة العصريّة، وهو خليط طبيعيّ من الهيدروكربونيّات. تتشكّل هذه الهيدروكربونيّات بفعل تحويل الجراثيم لطبقة من الوحل غنيّة بالموادّ العضويّة، ترسّبت فوق قاع البحر أو في المستنقعات.

يوجد النفط في خزّانات تتألّف من صخر مساميّ منفذ، يدعى الصخر الأم، مشرّب بالسائل الثمين. يزيد إنتاج النفط في العالم عن مليارَي طن في السنة.

يمكن تقسيم البلدان المنتجة للنفط ثلاث مجموعات: المجموعة الأميركيّة التي تضمّ الولايات المتحدة وڤينزويلا وكندا، ومجموعة شمال أفريقيا والشرق الأقصى التي لم تبدأ إلّا منذ وقت قريب في تطوير مواردها، ومجموعة البلدان الإشتراكيّة السابقة التي تضمّ الإتّحاد السوڤياتيّ السابق ورومانيا. وقد حقّقت بريطانيا الإكتفاء الذاتيّ منذ ١٩٨٠.

منتجات النفط. تحدُّ الشحوم من احتكاك الأجزاء المتحرّكة من الآلات، وتتراوح بين الزيت الرقيق والصافي المستخدَم في المعدّات العلميّة إلى الشحم الثقيل المستخدَم في أجهزة الهبوط في الطائرات. والزيوت الصناعيّة المختصّة تُقسَم إلى **زيوت القَطْع والزيوت الكهربائيّة**، وهي زيوت تدخل في الصناعات.

أماكن وجود النفط

يوجد النفط في كلّ قارّة وتحت كلّ محيط. لكنّ تقنيات العصر الحاليّ لا تسمح للمهندسين **باستعادة** (استخراج) أكثر من ثلث النفط الموجود في معظم الترسّبات.

ويقدّر علماء النفط إجماليّ احتياطيّ العالم من هذه المادّة بتريليون برميل تقريباً. ويعتقد بعض الجيولوجيّين أنّ احتياطيّات إضافيّة سوف نكتشف، لا سيما في الصين والجزر الكنديّة والمحيط المتجمّد الشماليّ، وفي بعض البحار قرب السواحل. ويرى آخرون أنّ أهمّ الحقول النفطيّة في العالم قد اكتُشفت، وأنّ احتياطيّ العالم من النفط يمكن استغلاله أكثر بوسائل أحدث، عوض البحث عن احتياطيّات جديدة له.

الشرق الأوسط: يحتوي ٦٧٪ تقريباً من إجماليّ نفط العالم، وتساوي احتياطيّاته حوالى ٦٦٠ بليون برميل. وفي المملكة العربيّة السعوديّة ٢٥٨ بليون برميل تقريباً، أي حوالى ربع احتياطيّ العالم. ويوجد معظم نفط المملكة في المناطق المحاذية للخليج. وفي كلّ من دولة الإمارات العربيّة المتّحدة وإيران والعراق والكويت، عُشر إجماليّ النفط العالميّ تقريباً.

أوروبا: بما فيها الجزء الآسيويّ من روسيا، تحتوي ٧٪ من احتياطيّ النفط العالميّ. فاحتياطيّ النفط في روسيا يساوي ٥٧ بليون برميل تقريباً، وهو أكبر احتياطيّ في القارّة. ويقع معظم هذا الاحتياطيّ في جبال الأورال، إضافة إلى بعض الحقول الكبيرة في سيبيريا. وأهمّ الاحتياطيّات الأخرى في أوروبا، والمساوية لـ١٧ بليون برميل تقريباً، تقع تحت قاع بحر الشمال. وتتقاسم هذه الاحتياطيّات بريطانيا والنروج.

أميركا اللاتينية: تحتوي ١٢٠ بليون برميل تقريباً، أو ١٢٪ من إجماليّ احتياطيّ العالم. وتضمّ ڤينزويلا أكبر احتياطيّات المنطقة، أي حوالى ٥٩ بليون برميل. وتقع ترسّبات ضخمة من النفط الثقيل شمال نهر أورينوكو، شرق ڤينزويلا. وأهمّ المناطق الڤينزويليّة الأخرى الغنيّة بالنفط، بحيرة ماراكيبو في الجزء الشماليّ الغربيّ من البلاد، وهي منطقة يكثر فيها النفط الخفيف والمتوسّط. وتلي ڤينزويلا المكسيك بحوالى ٥٢ بليون برميل تقريباً، يقع معظمها في القسم الشرقيّ من البلد على امتداد خليج المكسيك. ومن دول أميركا اللاتينية الغنيّة بالنفط أيضاً الأرجنتين والبرازيل.

أفريقيا: تضمّ حوالى ٦٠ بليون برميل تقريباً من النفط، أي ٦٪ من إجماليّ احتياطيّ العالم. ويتركّز معظم هذا النفط في ليبيا والجزائر وبلدان أخرى في شمال أفريقيا. ويساوي احتياطيّ ليبيا ٢٣ بليون برميل تقريباً، ما يجعلها أولى دول أفريقيا من حيث احتياطيّات النفط. ولم يُعثر جنوبَ الصحراء الكبرى على نفط سوى في نيجيريا، التي تساوي احتياطيّاتها ١٧ بليون برميل تقريباً.

آسيا: باستثناء الجزء الآسيويّ من روسيا والشرق الأوسط، تحتوي حوالى ٥٠ بليون برميل، أو ٥٪ من احتياطيّات العالم الإجماليّة. ويتركّز نصف احتياطيّات آسيا تقريباً في الصين التي يقع أكبر حقولها النفطيّة في داكينج في منشوريا. وتقع أهمّ ترسّبات الصين النفطيّة الأخرى في شبه جزيرة شانتونج وفي إقليم شينجيانج. وتملك أندونيسيا، باحتياطيّ يساوي ١١ بليون برميل تقريباً، ثاني أكبر احتياطيّ في الشرق الأقصى.

الولايات المتحدة وكندا: تملكان حوالى ٣٢ بليون برميل، أو ٣٪ من إجماليّ احتياطيّ العالم. وفي الولايات المتحدة وحدها، حوالى ٢٦ بليون برميل من النفط، يقع معظمها في ولايات تكساس ولويزيانا وكاليفورنيا وأوكلاهوما وألاسكا. ويرى علماء إمكانيّة ازدياد احتياطات النفط في الولايات المتحدة، فهذا البلد غنيّ **بالطَّفَل الزيتي** Oil Shale، وهو نوع من الصخور منتشر في ولايات كولورادو ووايومنج ويوتا. ويحتوي هذا الصخر مادّة **الكيروجين** الشمعيّة التي تنتج نفطاً حين توضع تحت حرارة عالية.

على صعيد آخر، يقع معظم احتياطيّ كندا النفطيّ والبالغ حوالى ٦ بلايين برميل، في ولاية ألبرتا. وتضمّ ولايات ساسكاتشيوان وكولومبيا البريطانيّة ومانيتوبا بضعة حقول نفطية. ويعتقد العلماء أنّ كندا تضمّ أكبر ترسّبات في العالم من **رمال البيتومين**، أو **رمال القار**، وهي رمال مشبعة بمادّة تنتج نفطاً. وتقع هذه الترسّبات، التي يُقدّر أنّها تحتوي على حوالى تريليون برميل من النفط، على ضفاف نهر أتاباسكا في ولاية ألبرتا. وقد بدأ استخراج النفط من هذه الرمال في العام ١٩٦٧.

كميّات الإنتاج والإحتياطيّات

النفط هو ربّما أنفع المواد الخام المتوافرة للاستهلاك وأكثرها تنوّعاً. فمع حلول منتصف الثمانينات، بات حوالى ٨،٩ ملايين برميل من النفط الخام تُنتَج يومياً في الولايات المتحدة، إضافة إلى ٥ ملايين برميل إضافيّة من النفط الخام ومشتقّاته تستورد كلّ يوم. وكان الإنتاج العالميّ يساوي ٥٣،٤ مليون برميل يوميّاً، وكان الإتحاد السوڤياتيّ السابق المنتج الأكبر حيث وصل إنتاجه اليوميّ إلى حوالى ١١،٨ مليون برميل، تليه المملكة العربيّة السعوديّة مع حوالى ٣،٥ ملايين برميل، أي نصف الكمية اليوميّة التي أنتجتها في العام ١٩٨٠. وهكذا، تنتج الدول الثلاث حوالى نصف ما يحتاجه العالم من هذه المادّة.

الإحتياطيّات: إحتياطيّات النفط العالميّة – أي الكميّات التي أكّد العلماء إمكان استخراجها من الأرض بشكل تجاريّ – تصل إلى حوالى ٧٠٠ بليون برميل – منها حوالى ٣٦٠ بليوناً في الشرق الأوسط. وتساوي احتياطيات الولايات المتحدة حوالى ٢٧ بليون برميل. وفي حال استمر استخراج النفط على الوتيرة الحاليّة، من المتوقّع أن تُستنزف هذه الاحتياطيات قبل انقضاء عقد واحد.

رمال البيتومين، وتسمّى أيضاً رمال القار، ترسّبات من الرمل تحتوي الحُمَر (أو البيتومين)، وهي مادّة صمغيّة سوداء تُستخدم لإنتاج الفحم والغاز والنفط. ويساوي البيتومين ١٨٪ من وزن رمال البيتومين. ويُعتقد أنّ العالم يملك بين ١٨٠٠ بليون و٢٣٠٠ بليون برميل نفط خام يمكن استخراجها من رمال البيتومين. وهذه الكميّة تساوي ثلاثة أضعاف احتياطيات العالم الإجماليّة من النفط تقريباً.

عندما تُمزج رمال البيتومين بالبخار أو الماء الحارّ، تُنتج مادّة سوداء وحليّة تسمّى **مِلاطاً** Slurry. وبعد أن يستقرّ الرمل في الملاط، يطوف البيتومين على السطح مادّةً رغويّةً. ويسخّن البيتومين من ثمّ لإنتاج الفحم والغاز والنفط. ويُقطّر النفط للحصول على موادّ مثل النافتا والكيروسين. وتعالَج هذه المواد بالهيدروجين لإزالة الكبريت، الذي يعتبر ناتجاً ثانوياً قيّماً لعمليّة معالجة البيتومين.

وتحتوي منطقة أتاباسكا في ولاية ألبرتا الكنديّة أكبر ترسّب لرمال البيتومين في العالم. وينتج معملان، في مدينة فورت ماك موري القريبة، أكثر من ٢٠٠،٠٠٠ برميل من النفط الصناعيّ الخام، كلّ يوم.

نقل النفط

بعد وصول النفط إلى السطح، يُفصَل الغاز الطبيعيّ عن النفط. ويُرسَل الغاز من ثمّ إلى معمل معالجة أو إلى المستهلكين مباشرة. ويُزال الماء والترسّبات من النفط الذي يخزّن بعد ذلك في خزّانات أو يُرسل إلى مصفاة. ومن المصفاة، تُنقل منتجات النفط إلى الأسواق. في الولايات المتحدة وحدها، تُنقَل ١٠ ملايين برميل من النفط كلّ يوم، وذلك عموماً عبر الأنابيب وناقلات النفط ومراكب التزج والصهاريج والقطارات الصهريجيّة.

وينتقل معظم النفط عبر الأنابيب، ولو لجزء بسيط من رحلته. فالأنابيب تنقل النفط الخام من الآبار إلى الخزّانات أو إلى وسائل نقل أخرى أو مباشرة إلى المصافي. وتنقل الأنابيب كذلك مشتقّات النفط من المصافي إلى الأسواق. ويحمل بعض الأنابيب الكبيرة أكثر من مليون برميل يومياً، فالأنابيب يمكن أن تُبنى في كلّ الظروف المناخية وفي كل أنواع التضاريس. فأنبوب عبر ألاسكا، على سبيل المثال، يقطع ثلاث سلاسل جبليّة وأكثر من ٣٠٠ نهر وجدول وحوالى ٦٤٠ كم من الأرض المجلّدة. وتُبنى الأنابيب بكلفة مرتفعة، لكنّ تشغيلها وصيانتها يتطلّبان كلفة منخفضة نسبيّاً، وتُعدّ الأنابيب أكثر وسائل نقل النفط فعاليّة.

وتنقل ناقلات النفط ومراكب التزج النفطَ عبر البحار. فناقلة النفط سفينة ماخرة للمحيطات تضمّ خزّانات ضخمة للحمولة السائلة. ويحمل بعض الناقلات الضخمة أكثر من مليون برميل من النفط، والناقلات هي الوسيلة الوحيدة تقريباً لنقل النفط المستورد من قبل الولايات المتحدة إلى هذه الدولة. أمّا مراكب التزج، التي يحمل واحدها ما معدّله ١٥،٠٠٠ برميل نفط، فتُستخدم في الأنهار والأقنية بشكل خاصّ.

وينتقل الكثير من مشتقّات النفط من المصافي إلى الأسواق في صهاريج والقطارات الصهريجيّة. فالصهاريج توصل الغازولين إلى محطّات الوقود وزيت التدفئة إلى المنازل. يمكن لهذه الصهاريج أن تحمل ٣٠٠ برميل من النفط. أمّا القطارات الصهريجيّة فتراوح حمولتها بين ١٠٠ وأكثر من ١٥٠٠ برميل. وبعض هذه القطارات مزوّد بتجهيزات تسمح بإبقاء مشتقّات النفط المحمولة عند درجة حرارة أو مقدار من الضغط محدّدين.

تكرير النفط

إذا نظرنا إلى مصفاة نفط من بعيد، قد تبدو مناهة عديمة الحياة من الأبراج والخزانات والأنابيب. لكن في الحقيقة، المصافي تشبه خليّة النحل في نشاطها المتواصل ليلاً ونهاراً. ويمكن لأيّ مصفاة أن تعمل باستمرار لمدّة تصل إلى خمس سنوات قبل أن تتوقّف لإجراء التصليحات اللازمة. ويراوح حجم المصافي من معامل صغيرة تعالج حوالى ١٥٠ برميلاً من النفط الخام في اليوم إلى مجمّعات ضخمة تستوعب أكثر من ٦٠٠،٠٠٠ برميل.

الوظيفة الأساسيّة للمصفاة هي تحويل النفط إلى موادّ قابلة للاستخدام. فالنفط يتألف أساساً من مجموعات مؤتلفة من المواد الهيدروكربونيّة، كما ذكرنا أعلاه في القسم المسمّى **استخدامات النفط**. وتفصل المصافي النفط إلى مجموعات هيدروكربونية، أو كسور Fractions. وتُحوَّل الكسور من ثمّ بوسائل كيميائيّة، وتعالَج بواسطة موادّ أخرى.

صناعة النفط

إنّ صناعة النفط إحدى أكبر صناعات العالم، وهي تتفرّع إلى أربعة فروع: **فرع الإنتاج** ينقّب عن النفط ويستخرجه، **فرع النقل** يرسل النفط الخام إلى المصافي ويسلّم المنتوجات المكرّرة إلى المستهلكين، **فرع التصنيع** يحوّل النفط الخام إلى منتوجات نافعة، **وفرع التسويق** الذي يبيع هذه المنتوجات ويوزّعها على المستهلكين. وتسلّم محطّات الغازولين الجزء الأكبر من هذه المنتوجات. وتبيع شركات النفط منتوجاتها مباشرة من المصانع والمعامل الحرارية والصناعات المرتبطة بقطاع النقل.

وتلعب صناعة النفط دوراً كبيراً في اقتصادات الكثير من الدول. ففي دول متقدّمة كالولايات المتحدة وكندا، تؤمّن هذه الصناعة وظائف لعدد كبير من الناس. وهذه الصناعة مشترٍ أساسيّ للحديد والصُّلب والمركبات الآليّة والكثير من المنتوجات الأخرى. وفي بعض الدول الناميّة الغنيّة بالنفط، تؤمّن صادرات هذه المادّة معظم الدخل الوطنيّ. والنفط أيضاً مصدر للسلطة السياسيّة في هذه الدول، لأنّ الكثير من الدول الأخرى يعتمد على النفط المستخرج من الدول المنتجة.

في الولايات المتحدة تُعدّ صناعة النفط أحد أهمّ أرباب العمل المعنويّين في البلاد، وهي تشمل حوالى ٤٥،٠٠٠ شركة، معظمها شركات صغيرة مختصّة في فرع من فروع صناعة النفط، وكلّما كَبُرت الشركة، توسّع نشاطها إلى فروع أُخرى. وتسيطر الشركات الثماني الكبرى على حوالى ٥٠٪ من النفط المنتج والمكرّر والمباع في الولايات المتحدة. إضافة إلى هذه الشركات، هناك ٢٠٠،٠٠٠ محطة غازولين تقريباً، معظمها تملك وتُدار بشكل مستقلّ تماماً. وتوظّف صناعة النفط حوالى مليون ونصف المليون من العمّال، ويوازي إجماليّ الرأسمالات الموظّفة في هذا القطاع حوالى ٣٣٠ بليون دولار أميركي، هي قيمة المعامل والآليات.

وتُعتبر الولايات المتحدة أبرز الدول المنتجة للنفط والمكرّرة له في العالم، فآبار النفط في هذه الدولة تنتج حوالى ٢،٥ بليون برميل نفط كلّ سنة، وروسيا والمملكة العربية السعوديّة هما الدولتان الوحيدتان اللتان تنتجان نفطاً أكثر من الولايات المتحدة. وتعالج مصافي هذه الدولة حوالى ٥،٥ بلايين برميل نفط في العام، أي حوالى ربع إجماليّ الإنتاج العالميّ. والولايات المتحدة أكبر مستهلك في العالم لمشتقّات النفط. فالطلب في هذه الدولة على النفط الخام يفوق بكثير الإنتاج المحليّ. نتيجةً لهذا الوضع، تستورد الولايات المتحدة ٥٥٪ تقريباً من النفط الذي تستخدمه.

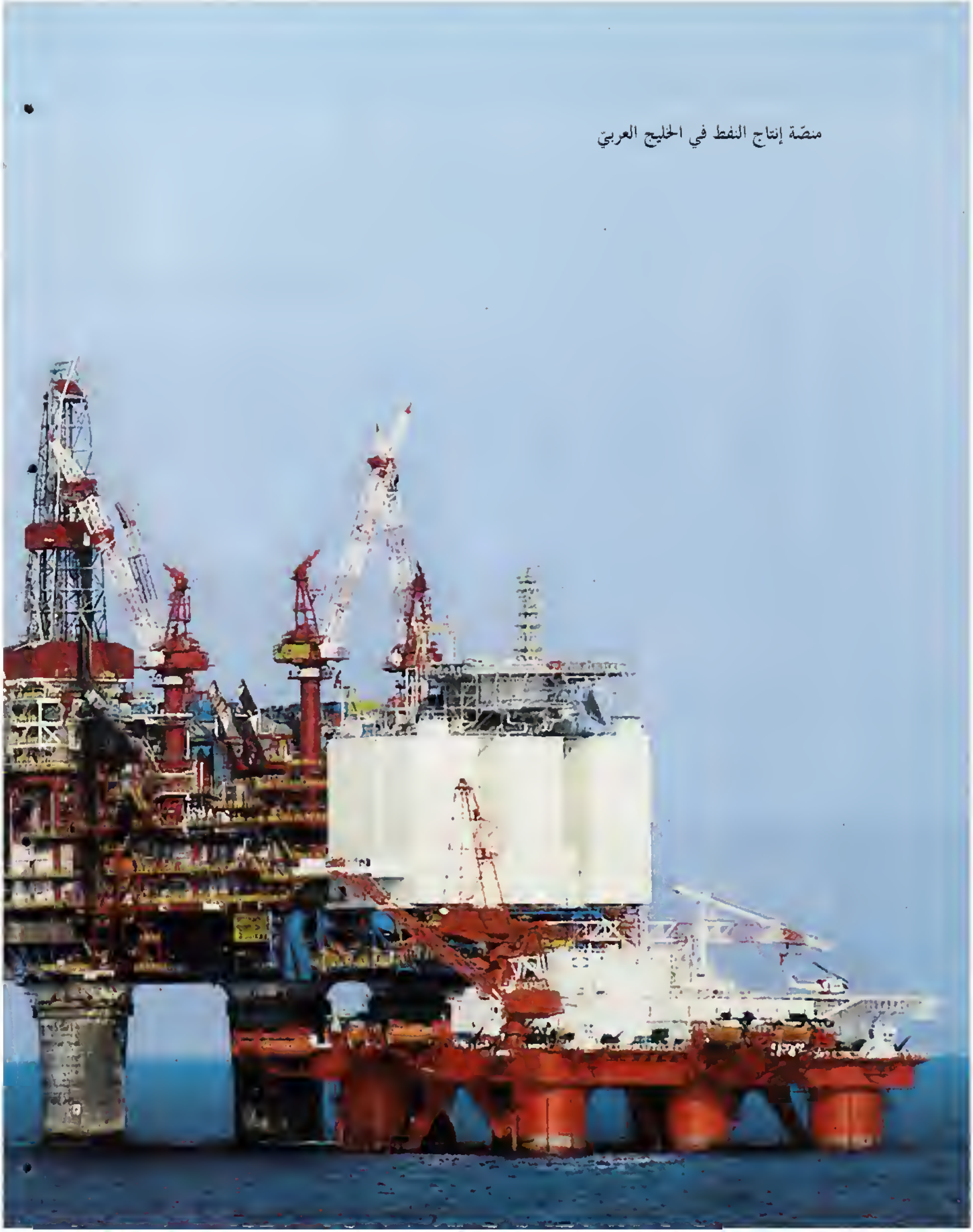
وقد ارتفع سعر النفط الخام المستورَد منذ بداية السبعينات، ما أجبر صناعة النفط في الولايات المتحدة

منصّة تعمل لحفر بئر نفط في الخليج العربيّ





منصّة إنتاج النفط في الخليج العربيّ







مشهد ليلي لمصفاة بترومين للنفط حديث جداً في المملكة العربية السعودية





هاليفاكس في منطقة نوفا سكوشا في كندا




خزانات النفط في المملكة العربية السعودية





مشهد لحفّارة نفط تعمل في منطقة
بحر الشمال ضمن الحدود النروجيّة



على البحث عن وسائل جديدة لزيادة الإنتاج المحلّي. وتجري هذه الصناعة أبحاثاً حول وسائل إنتاج النفط في ظروف قاسية جداً، مثل تلك السائدة في القطب الشمالي، وتحت سطح البحر بأعماق تجاوز الـ ٢٠٠٠ م. ويفتّش الباحثون عن تقنيات أكثر فعالية في استخراج النفط، وتحويل الفحم والطُّفل الزيتيّ والرمال القارية وسائر المواد الهيدروكربونية المتوافرة إلى نفط وغاز صناعيّين. ويدرس الباحثون إمكانية استخراج الطاقة من مصادر أخرى كالشمس والريح والحرارة الجوفية في باطن الأرض.

وفي كندا يتملك القطاع الخاصّ معظم قطاعات الصناعة النفطية ويديرها. وفي العام ١٩٧٥، دخلت شركة حكومية تدعى بترو-كندا في قطاع البحث عن احتياطيات جديدة وفي تطوير أصناف صناعية من النفط. وقد سمح قانون صدر في العام ١٩٩١ لبترو-كندا ببيع أسهمها، فحوّلها إلى شركة مملوكة من قِبل الجمهور. وتتدخّل الحكومة في صناعة النفط لأنّها تملك الحقّ في منح إجازات عقود إيجار لشركات النفط.

بدأت صناعة النفط الكنديّة بالتوسّع في العام ١٩٤٧، عندما اكتشف رُوّاد حقلاً نفطيّاً مهمّاً في لدوك في ألبرتا. وارتفع الإنتاج السنويّ من حوالى ٨ ملايين برميل في تلك السنة إلى حوالى ٦٥٠ مليون برميل في أواسط السبعينات. وظلّت كندا المصدّر الرئيسيّ للنفط إلى الولايات المتحدة حتى العام ١٩٧٥. فمنذ ذلك العام، تراجعت احتياطيات كندا وإنتاجها، فتقلّصت صادراتها إلى الولايات المتحدة. وتنتج كندا اليوم حوالى ٦٠٠ مليون برميل في العام فيما تعالج مصافيها ٦٢٥ مليون برميل تقريباً كلّ سنة، ما يجعل هذه الدولة إحدى أهمّ دول العالم المكرّرة للنفط.

يفوق عدد الشركات المنتجة للنفط في كندا الـ ١٥٠٠، بينها ٢٠ شركة كبرى تسيطر على حوالى ٨٠٪ من إنتاج البلد. ويعمل ٦٠،٠٠٠ كنديّ في قطاعَي الإنتاج والتصنيع، فيما يعمل الكثير في قطاعَي النقل والتسويق.

في سائر الدول عملت شركات النفط الأجنبية خلال بدايات هذا القرن على تطوير صناعة النفط في عدد من بلدان الشرق الأوسط وأفريقيا ومناطق أخرى من العالم. هذه الشركات، التي كان معظمها أميركيّاً أو أوروبيّاً، استملكت النفط الذي اكتشفته وأنتجته، وفي المقابل دفعت ضرائب وحصصاً للدول المضيفة من عائدات النفط. ومنذ الخمسينات، راحت الدول المنتجة تشعر بأنها لا تتلقى حصصاً كبيرة بما فيه الكفاية من النفط المستخرج في أراضيها. واليوم، بات الكثير من هذه الدول يسيطر جزئيّاً أو كليّاً على صناعة النفط داخل حدوده، وذلك بعد التفاوض مع الشركات الأجنبية أو تأميمها. وينتمي عدد من الدول المنتجة إلى منظمة الدول المصدّرة للنفط (أوبيك) التي تملك نفوذاً كبيراً.

تتألّف الأوبيك Organization of Petroleum Exporting Countries (OPEC)، التي تأسست في العام ١٩٦٠، من ١٢ دولة تعتمد بقوة على صادراتها النفطية مصدراً للدخل. وتضمّ المنظمة ليبيا ونيجيريا وفنزويلا وأبرز دول الشرق الأوسط المنتجة للنفط. وتصدّر الدول الأعضاء حوالى ٤٥٪ من إجماليّ صادرات النفط في العالم. ولذلك تحدّد الكمّية التي تنتجها هذه الدول والأسعار التي تتفق في ما بينها عليها، الكلفة الفعلية للنفط. ولأنّ الدول الصناعية تعتمد كثيراً على النفط المستورَد، تجد الأوبيك نفسها قادرة على استخدام هذه المادّة سلاحاً اقتصاديّاً وسياسيّاً. في السبعينات، رفعت الأوبيك أسعار النفط إلى درجة تمكّنت معها الدول الأعضاء من زيادة مداخيلها والحدّ من الإنتاج في آن معاً.

استخدام النفط في التاريخ

استخدم البشر النفط لآلاف السنوات. فالمصريّون القدماء غطّوا مومياءاتهم بالقار، وحوالى العام ٦٠٠ قبل الميلاد، استخدم الملك نبوخذنصّر الثاني القار في بناء الجدران ورصف الطرق في بابل.

في أميركا، استخدم الهنود النفط وقوداً ودواءً لمئات السنوات، قبل وصول أوائل المستوطنين البيض إلى العالم الجديد. وفي أوائل القرن السابع عشر، وجدت الإرساليّات المسافرة، عبر المنطقة المسمّاة اليوم ولاية بنسلفانيا، هنوداً يغرفون النفط من برك سطحية. وتدلّ بقايا الآبار في شرق الولايات المتحدة على أنّ الهنود تمكّنوا من الحصول على النفط من ترسّبات واقعة تحت سطح الأرض.

ومع حلول العام ١٧٥٠، وجد المستوطنون الأميركيّون عدداً من نزوز النفط في ولايتي نيويورك وبنسلفانيا والمنطقة المسمّاة اليوم ولاية فيرجينيا الغربيّة. وقد أُنتج بعض الآبار التي حُفرت، بحثاً عن الملح الصخريّ، نفطاً، ما أزعج منتجي الملح وأسعد أناساً آخرين. وفي العام ١٨٥٧، سوّق صيدليّ من بيتسبيرج يدعى صاموئيل م. كاير النفط علاجاً لعدد من الأمراض. وباع أحد سكّان التخوم، كيت كارسون، النفط لتشحيم محاور دواليب العربات التي كان يملكها الروّاد.

وفي أربعينات القرن الماضي، برز للنفط استخدام ثوريّ. ففي تلك الفترة، اكتشف جيولوجيّ كنديّ، يدعى أبراهام جسنر، مادّة الكيروسين التي كانت تُقطّر من الفحم أو النفط. وقد شاع استخدام الكيروسين لإشعال المصابيح، فارتفع سعر النفط.

بدايات صناعة النفط: يُرجع معظم المؤرخين بدايات صناعة النفط على نطاق واسع إلى العام ١٨٥٩. ففي تلك السنة، حفر قاطع تذاكر قطارات متقاعد، يُدعى إدوين ل. درايك، بئر نفط قرب تيتسفيل في ولاية بنسلفانيا. واستخدم درايك محرّكاً بخاريّاً قديماً لتشغيل الحفّارة. وبعدما بدأت البئر تنتج النفط، حفر روّاد آخرون آباراً قريبة. وبعد ثلاث سنوات، أنتجت المنطقة كمّيات من النفط دفعت بسعر البرميل نزولاً من ٢٠ دولاراً إلى ١٠ سنتات.

وفي بدايات ستّينات القرن الماضي، حوّلت فورة النفط الحياة في غرب بنسلفانيا جذريّاً. فقد غطّت غابات من الدرائك الخشبية مرتفعات المنطقة، وتجمّع آلاف الروّاد في المدن التي نمت، جرّاء الفورة النفطيّة. وفي البداية، نقلت العربات وقوارب الترع النهرية النفطَ إلى مصافي الساحل الأطلسي. لكنّ الكمّيات المتزايدة من النفط تطلّبت بعد مدّة قصيرة وسائل نقل أكثر فعاليّة، فأنشأت السكك الحديدية خطوطاً جديدة إلى الحقول النفطيّة لنقل الإنتاج. وفي العام ١٨٦٥، بُني أوّل أنبوب نفط ناجح بين حقل نفطيّ قرب تيتسفيل ومحطة سكك حديدية تبعد ٨ كم. وبعد ١٠ سنوات، ربط أنبوب نفطيّ بطول ٩٧ كم المنطقة ببيتسبورج.

واكتشف الروّاد أنّ ولايات أميركية أخرى تمتلك احتياطيات نفطيّة أكبر من تلك الموجودة في بنسلفانيا. ومع حلول ثمانينات القرن الماضي، كان إنتاج النفط على نطاق تجاريّ قد بدأ في ولايات كنتاكي وأوهايو وإيلينوي وإنديانا. وفي العام ١٩٠١، حُفرت أوّل بئر نفطية متدفّقة في أميركا الشمالية، وذلك في حقل سبيندلتوب في شرق ولاية تكساس. وفي تسعينات القرن الماضي وبدايات القرن العشرين، انضمّت ولايتا كاليفورنيا وأوكلاهوما إلى تكساس على قائمة الولايات الأكثر إنتاجاً للنفط. وارتفع إجماليّ إنتاج النفط في الولايات المتحدة من ٢٠٠٠ برميل في العام ١٨٥٩ إلى ٦٤ مليون برميل في العام ١٩٠٠.

وانتشر الإنتاج التجاريّ للنفط في العالم. وبعد إيطاليا، التي بدأ إنتاجها في العام ١٨٦٠، بدأ الإنتاج على التوالي في كندا وبولونيا والبيرو وألمانيا وروسيا وفنزويلا والهند وأندونيسيا واليابان وترينيداد والمكسيك والأرجنتين. وأولى اكتشافات النفط المهمّة في الشرق الأوسط كانت في إيران في العام ١٩٠٨. ووجد الروّاد النفط في العراق في العام ١٩٢٧، وفي المملكة العربية السعودية في العام ١٩٣٨. واكتُشفت كمّيات كبيرة من النفط في سائر دول الخليج بعد ذلك.

تطوّرات أخيرة: ساهم الاستخدام المتزايد باستمرار لمنتوجات النفط، لا سيّما في الدول النامية، في رفع مستوى المعيشة للكثيرين. لكنّ ذلك ولّد الكثير من المشاكل.

فعلى الصعيد الدوليّ، تركّز الصراع على النفط على منطقة الشرق الأوسط، التي تملك أكثر من نصف احتياطيات العالم من هذه المادّة. فصناعة النفط في كثير من دول الشرق الأوسط كانت تملكها أو تُديرها شركات أميركيّة أو أوروبية. في العام ١٩٥١، أمّمت إيران ممتلكات هذه الشركات في خطوة هي الأولى من نوعها. وفي أواسط السبعينات من هذا القرن، بات معظم دول الشرق الأوسط يسيطر تماماً على صناعة النفط الخاصّة به أو على معظم هذه الصناعة.

التلوّث البيئي: خلق إنتاج النفط ونقله واستخدامه مشاكل خطيرة ناتجة عن التلوّث البيئيّ. فالحوادث التي تصيب حاملات النفط والحفّارات العاملة أمام الشاطىء، تسبّب أحياناً تسرّباً نفطيّاً يلوّث المياه ويخرّب السواحل ويدمّر الحياة الوحشيّة. ويرى البعض أنّ النفط الحارّ المتدفّق في أنبوب عبر ألاسكا قد يضرّ بالتوازن البيئيّ في القطب الشماليّ. والوقود المحترق في المركبات الآليّة والمعامل الحرارية والمصانع أبرز مصادر تلوّث الهواء في أغلبيّة المدن.

وقد صدرت قوانين عدّة في الولايات المتحدة وكندا وبلدان أخرى للسيطرة على التلوّث. وقد وظّفت صناعة النفط أموالاً طائلة لتطوير تقنيات ومنتجات تحدّ من التلوّث. ولتقليل المواد الملوّثة المنبعثة من عوادم (إشبمانات) السيّارات على سبيل المثال، تعاونت شركات النفط ومعامل السيّارات لإنتاج غازولين من دون رصاص. لكنّ ازدياد استهلاك النفط عطّل بعض مغانم الحرب على التلوّث.

مستقبل صناعة النفط: يتوقّع معظم الخبراء أنّ الطلب العالميّ على النفط سيتابع وتيرته التصاعديّة في السنوات المقبلة. ويتوقّعون كذلك أنّ اعتماد العالم على نفط الشرق الأوسط سيتزايد بدوره. ويرى كثيرون أيضاً أنّ النفط سيصبح نادراً في أواسط القرن المقبل في حال لم تُكتشف احتياطيات كبيرة جديدة. لكنّ صناعة النفط قلّصت برامج التنقيب عن احتياطيات جديدة بعد تراجع أسعار النفط في الثمانينات.

والحلّ بعيد الأمد والوحيد لمعضلة الطاقة يكمن في إيجاد مصادر جديدة للنفط. فقد طوّر العلماء تقنيات لتحويل الفحم إلى نفط وغاز، ولإنتاج النفط من رمال البيتومين والطَّفل الزيتيّ. لكنّ النفط الصناعيّ المستخرَج ما يزال أغلى من أن يُنتج على نطاق تجاريّ واسع. وفي حال استمرّت أسعار النفط الطبيعيّ في الارتفاع، قد تتمكّن الأنواع الصناعية من منافسة أسعار الأصناف الطبيعيّة.

ربما يتطلّب الأمر سنوات قبل أن تتمكّن مصادر النفط البديلة من المساهمة بشكل رئيسيّ في إنتاج الطاقة عالميّاً. حتى ذلك الحين، سيبقى على شركات النفط ومستهلكيه أن يحافظوا على الاحتياطيات الحالية بالفعالية الممكنة والتوفير المتاح.

العلماء والمهندسون يلعبون دوراً حيويّاً في صناعة النفط. فالجيولوجيون وعلماء طبيعة الأرض ينقّبون عن النفط فيما يدرس علماء آخرون، كالبيولوجيين وعلماء البيئة، تأثيرات الصناعة النفطيّة على البيئة. ويشرف مهندسو النفط على حفر الآبار واستخراج النفط. وتوظّف شركات النفط مهندسين في مجالات الكيمياء والهندسة المدنيّة والكهربائيّة والميكانيكيّة. ويتطلّب كلّ هذه الوظائف تمريناً جامعيّاً، وبات بعض الجامعات يقدّم شهادات في هندسة النفط ومواد مختصّة في الجيولوجيا وعلم طبيعة الأرض. وعلى الطلاب المهتمّين بالموضوع أن يدرسوا مواضيع مثل الرياضيّات والفيزياء والكيمياء.

البتروكيميائيات موادّ كيميائيّة تُصنع من النفط أو الغاز الطبيعيّ. وهي من الموادّ المهمّة جدّاً في الصناعة. فالمعامل تستخدم البتروكيميائيّات لصناعة بعض الموادّ مثل موادّ التنظيف والأسمدة والأدوية والدهان والبلاستيك والألياف الصناعيّة والمطّاط الصناعيّ.

أبرز الموادّ المستخدَمة في الصناعة الكيميائيّة هي **البتروكيميائيّات الرئيسيّة**: التي يمكن تقسيمها إلى ثلاث مجموعات بحسب تركيبها الكيميائيّ: (١) الأولفينات Olefins و (٢) العطريّات Aromatics و (٣) غاز التركيب Synthesis Gas.

أبرز الأولفينات: **الإتيلين والبروبيلين والبوتادايين**. فالإتيلين والبروبيلين مصدران هامّان للموادّ الكيميائيّة الصناعيّة والموادّ البلاستيكيّة. أمّا البوتادايين فيستعمل لصناعة المطّاط الصناعيّ.

أهمّ العطريّات: **البنزين والتولوين** وأصناف **الزايلين**. يُستعمل البنزين لصناعة الصباغات والمنظّفات الصناعيّة. ويُستعمل التولوين لصناعة المتفجّرات، أمّا الزايلين على أنواعه فيدخل في تركيب البلاستيك والألياف الصناعيّة.

أمّا غاز التركيب فخليطٌ من أوّل أوكسيد الكربون والهيدروجين، يُستعمل في تركيب البتروكيميائيّين: **الأمونيا والميثانول**. وتدخل الأمونيا في صناعة الأسمدة والمتفجّرات. أمّا الميثانول فمصدر لتركيب موادّ كيميائيّة أخرى عدّة.

وسائل صناعة البتروكيميائيّات: يتألف النفط والغاز الطبيعيّ أساساً من مركّبات العنصرين الهيدروجين والكربون، ولذلك تُسمّى هذه المركّبات **هيدروكربونات**. ويحتوي معظم البتروكيميائيّات كربوناً مستخرجاً من مركّبات هيدروكربونيّة.

النقل والاتصال

النقل هو تحرّك الناس والسلع من مكان إلى آخر، أمّا الاتصال فهو العمليّة التي تؤمّن تبادل المعلومات بين الناس. وكلاهما حيويّ بالنسبة لمنهجيّة العمل في المجتمع. ورغم تفاوت وسائل وطرق النقل العالميّة، يستعين الانسان في جميع أنحاء العالم بالوسيلتين معاً لتحقيق الأهداف المتشابهة.

يستخدم الإنسان في أنحاء العالم كافّة بعض وسائل النقل المتراوحة بين الباصات والشاحنات... ويوصف الاتصال بأنّه أحد أنواع النقل، كونه يساهم في انتقال الأفكار والرسائل بين الأفراد والجماعات.

وتؤمّن أجهزة الاتصال في الدول المتقدّمة، والتي غالباً ما تكون في غاية التعقيد، تبادل الأحاديث من داخل المنازل والسيّارات وحتّى من الطائرات. أمّا في الدول الأقل تقدّماً، فتضطرّ الشعوب إلى اعتماد أساليب الاتصال البسيطة نفسها، والتي كانت سائدة في القرون الماضية. ففي المناطق النائية والمفتقرة إلى الكهرباء مثلاً، فغالباً ما تُنقل المعلومات بسرعة السائر على قدميه أو الممتطي ظهر الحصان.

غالباً ما تترابط أجهزة النقل والاتصال المعاصرة. ففي المطارات الناشطة مثلاً، يستعين منظّمو النقل الجويّ بأجهزة الرادار المبرمجة لتعيين مسار الخطّ الجويّ للطائرات الهابطة أو المقلعة، ما يرسّخ احتمال التعاون بين أجهزة النقل والاتصال لتأمين النجاح.



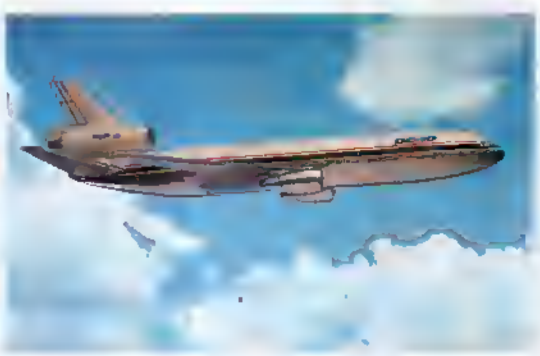
الطرقات البحريّة



النقل البحريّ: خلال القرن العشرين، ازدادت كميّة البضائع المنقولة بشكل متواصل. ويعود ذلك إلى الكلفة المنخفضة للنقل البحري، ما يجعله مناسباً اقتصادياً لكلّ البضائع التي لا تحتاج إلى أن تنقل بسرعة، مثل الموادّ الأوّليّة والوقود. ومع أنّ السفن لا تستعمل كثيراً لنقل الركّاب (باستثناء المُعدّيات)، ولا في نقل البضائع مسافات قصيرة، فقد زادت من حمولتها النافعة بشكل ملحوظ. تظهر الطرقات البحريّة الرئيسيّة في الخريطة، إلى اليمين. يشكّل النفط أكثر من نصف (حوالى ١٥٠٠ مليون طن) البضائع المنقولة إجمالاً.



النقل بالسكّة الحديديّة: تتنافس السكّة الحديديّة بشكل كبير مع النقل السيّار وقد حصل تقدّم كبير في السنوات الأخيرة على صعيد قطارات الركّاب والشحن لتحسين الخدمات. أحد أهمّ مجالات النقل بالسكّة الحديديّة هو نقل الركّاب على المسافات الطويلة. بالنسبة إلى الكثير من أنواع البضائع، يتنافس القطار مع الشاحنة، التي يمكنها نقل البضائع من الباب إلى الباب وتالياً لا تفترض، مثلاً، نقل البضائع من المصنع إلى المحطة. إنّ النقل بالسكّة الحديديّة هو الوسيلة الأولى للنقل في البلدان الشاسعة التي تضمّ عدداً قليلاً من السكّان المبعثرين في أرجائها.



النقل الجوّيّ: في أقلّ من ١٠٠ سنة على بدء النقل الجوّيّ، غيّرت آخر وسائل النقل بين القارات مفهومنا للمسافة. من الممكن في غضون بضع ساعات، الوصول إلى أيّ جزء من العالم تقريباً. (يتمّ اجتياز الأطلسيّ في أكثر بقليل من ثلاث ساعات)، وذلك بفضل سرعة طائراتنا. منذ الستّينات، حصل تطوّر هائل في كميّة النقل الجوّيّ وكثافته على الطرقات الجوّيّة الرئيسيّة. وتتمثّل مساوىء هذا النوع من النقل في ارتفاع كلفة الطائرات والمطارات، الذي أضيف إليه أخيراً ارتفاع سعر وقود الطائرات.



النقل على الطريق: يحتلّ هذا النوع من النقل المرتبة الأولى في النقل البريّ، بالنسبة إلى الركّاب، في المقام الأوّل، وأيضاً لأنواع معيّنة من البضائع. في معظم الأحوال، يكون النقل بالمركبات السيّارة أسرع من السكّة الحديديّة وأكثر راحة. وقد عزّز هذا النوع من النقل وجود شبكة كثيفة من الطرقات المتعدّدة الأنواع – طرقات للشاحنات، الطرقات الرئيسيّة والطرقات السيّارة – ترافقَ نشوءها وتطوّرها مع تطوّر النقل السيّار بشكل عام، والسيّارة الخصوصيّة بشكل خاصّ. يقدَّر أن هناك حوالى ١٩ مليون سيّارة قيد الإستعمال في بريطانيا اليوم.

التنقّل من مكان إلى آخر

تتفاوت وسائل النقل عبر العالم بالشكل والتعقيد. ففي منطقة التيبت الآسيويّة مثلاً، تُستخدم أحياناً الثيران الطويلة الصوف المسمّاة بالياك لنقل البضائع الثقيلة عبر الجبال الوعرة. وفي جبال أميركا الشماليّة، تُعتبر السيّارات الرباعيّة العجلات وغيرها من الآليّات المجهّزة بالمحرّكات من وسائل النقل المفضّلة. ورغم تفاوت سرعتها ومداها، يهدف جميع وسائل النقل بشكل عامّ إلى إيصال الركّاب بسرعة وأمان. اعتبرت وسيلة المشي وحمل الأثقال على الظهور والرؤوس، بالاضافة إلى الحيوانات المدجّنة والدولاب، من أقدم وسائل النقل. وسمحت الآليّات المدوْلبة، ومن بعدها السفن الشراعيّة للإنسان بالسفر ونقل البضائع، بشكل أسرع ولمسافات أبعد من أيّ وقت مضى. وساهمت القنوات والجسور والأنفاق والطرقات المعبّدة بتسهيل المواصلات. ومع مرور الزمن، أصبحت وسائل النقل أكثر سرعة. وشهدت المئة سنة الماضية تطوّر المراكب البخاريّة والآليّات، البخاريّة منها والمسيّرة بمحرّكات الديزل والسيّارات والطائرات، وحتى مكّوك الفضاء. وأسهم كلّ من هذه الوسائل بطريقته الخاصّة بإحداث التغيير على أجهزة النقل.

وتعتمد الحضارة المعاصرة على عدّة وسائل للنقل: الشاحنات والقطارات والسيّارات.

والنقل أساسيّ للتجارة أو حركة تبادل السلع والخدمات. فبدون الصهاريج الضخمة مثلاً، يتعذّر وصول كميّات النفط اللازمة من الشرق الأوسط إلى اليابان وإلى عدّة أجزاء من القارّة الأوروبيّة. كما يتعذّر على الدول الشرق أوسطيّة استلام حاجاتها من البضائع المصنّعة.

وتمكّنت أجهزة النقل المتطوّرة من جعل العالم يبدو أصغر حجماً. فغالباً ما احتاجت المراكب الشراعيّة إلى عدّة أشهر لعبور المحيط الأطلسيّ؛ بينما تعبره البواخر السريعة اليوم في غضون أيّام.

النقل البريّ

يُعتبر النقل البريّ الأكثر شيوعاً بين أنواع النقل الثلاثة الرئيسيّة، وهي النقل البريّ والجويّ والمائيّ. وتشكّل الآليّات المدوْلبة والمسيّرة بطاقة المحرّكات وسيلة النقل البريّ الرئيسيّة، وتشمل السيّارات والشاحنات والباصات والدرّاجات البخاريّة والقطارات. وكان السفر بالسيّارات اكتسب شعبيّة واسعة منذ ابتكار أوّل سيّارة عمليّة مسيّرة بالبنزين في ألمانيا العام ١٨٨٠.

وفي عدد من الدول النامية، أعاقت الأراضي الوعرة والإقتصاد المتعثّر إنشاء الطرقات المعبّدة ومدّ خطوط السكك الحديديّة، وما تزال أكثريّة الناس في تلك الدول تعتمد على وسائل النقل القديمة كالمشي وركوب الدرّاجات، ونقل البضائع على ظهور الحيوانات أو جرّها بواسطة عربات الخيل أو العربات اليدويّة المدوْلبة.

وكان لتطوير خطوط السكك الحديديّة في القرن التاسع عشر والإنتاج الضخم للسيّارات في القرن العشرين، الأثر في تغيير مجتمعات الدول الصناعيّة بشكل مفاجىء. فأسهمت خطوط السكك الحديديّة في إنشاء أراض جديدة وأثّرت على نموّ المدن، كما وصلت المدن بالبلدات وعزّزت بالتالي من فعاليّة العمل التجاريّ وازدهاره. وأمّنت السيّارات للمسافرين سهولة التنقّل، كما أسهمت في إنماء الضواحي. إنّ اليابان، إلى جانب بعض الدول الأوروبيّة، تستخدم اليوم قطارات الركّاب الفائقة السرعة. ومن المتوقّع أن تزداد شعبيّتها وأن تضارب على الطائرات في وصول سرعتها إلى حدود الـ ٦٤٠ كم في الساعة. وبعكس بعض محطّات القطارات المحليّة، تبعد أكثريّة المطارات عن المدن الكبيرة التي تستفيد من خدماتها. وفي بعض الأحيان، يستغرق وقت الذهاب إلى المطار الوقت نفسه الذي تستغرقه رحلة الطيران.

تُعتبر خطوط الأنابيب أحد أشكال النقل البريّ وتستخدَم لنقل الإنتاج البتروليّ، كالغاز الطبيعيّ وغيرها من الموادّ، عبر المسافات الطويلة.

النقل المائيّ

استخدم الإنسان وسائل النقل المائيّ منذ عصور ما قبل التاريخ.

شكّلت الطوّافات الشجريّة في ما مضى، أسرع وسائل النقل المائيّ. لكنّها سرعان ما أفسحت بالمجال أمام المراكب الشراعيّة الثابتة التي أنشأها المصريّون القدماء، حوالى ٣٠٠٠ سنة قبل المسيح. وأتاحت التحسينات التي أدخلت على المراكب الشراعيّة إمكانيّة الرحلات البعيدة والإكتشافات الأوروبيّة للقارّة الأميركيّة. واكتسب النقل المائيّ السرعة والأمان عبر القرون.

حافظت السفن على مكانتها كوسائل أساسيّة للسفر عبر البحار حتى العام ١٩٥٠، حيث تمّ تطوير نفّاثات الخطوط الجويّة التجاريّة. وأصبحت تُستخدم اليوم لنقل الشحنات الثقيلة عبر المحيط أو غيره من الأجسام المائيّة المتّسعة كالبحيرات الكبرى. كما تُستخدم زوارق القطر لجرّ السفن إلى المرافىء، ولتحميل وتفريغ الركّاب والبضائع.

وتُستخدم عدّة أنواع من السفن لنقل البضائع والركّاب. فالمراكب المعدّية Ferry Boat، هي مثلاً وسائل عاديّة للسفر في القارّتين الأوروبيّة والآسيويّة، وبعض أجزاء من أميركا الشماليّة. وتُستعمل الطوّافات الخشبيّة المسيّرة بواسطة المجاذيف أو السواري في جزر المحيط الهادىء، وعدّة مناطق استوائيّة للنقل عبر الأنهار، أو بين الجزر. ويكثر استعمال المراكب الشراعيّة والزوارق البخاريّة لأهداف الصيد والنزهات. وتجهّز الزوارق الكهربمائيّة بزعانف تؤمّن الإرتفاع لدى زيادة السرعة. وتُستعمل في أمكنة كنهر النيل في مصر. أمّا زوارق الوسائد الهوائيّة، فتنطلق فوق المياه أو اليابسة على وسادة من الهواء الذي تولّده المراوح الجبّارة؛ وتُعرف في المملكة المتحدة باسم المراكب المحوّمة


للسياحة


للنقل


ناقلة بضائع


ناقلة بضائع


ناقلة بضائع


ناقلة بضائع


للسياحة


ناقلة بضائع


ناقلة الفاكهة


للشحن


ناقلة بضائع


ناقلة نفط


للسياحة


للسياحة

Hover Craft وتُستخدم لنقل الركّاب عبر بحر المانش (القناة الإنجليزيّة).

النقل الجويّ

في ١٧ كانون الأول العام ١٩٠٣، على شاطىء نورث كارولينا، كانت طائرة الأخوين Wright أوّل آليّة معزّزة وموجهة، إلى جانب كونها أثقل من الهواء ومزوّدة بمحرك آليّ، تمكّنت من الطيران لمسافة حوالى ٣٧ متراً. وخلال القرن العشرين، حسّن الطيّارون والمخترعون تصاميم الطائرات. وتشمل الطائرات المعاصرة النقل التجاريّ والطائرات الخفيفة كطائرات الأجرة Air Taxi، والطائرات المستخدمة في تحديد الحرائق وفي عمليّات الإنقاذ، والطائرات العسكريّة والماليّة، إلى جانب الطائرات ذات الأهداف المحدّدة كطائرات ذرّ الحبوب Crop Dusters، والمروحيّات ذات الإقلاع العاموديّ أو القصير المدى والمستخدمة في المجال العسكريّ.

تُعتبر الطائرات حتى الآن، أسرع الوسائل لنقل الركّاب والبضائع عبر المسافات الطويلة. تطير نفّاثات الخطوط التجاريّة وفق رحلات محدّدة بسرعة تتراوح ما بين ٨٠٠ و٩٦٥ كم بالساعة، وتتمكّن الطائرات المقلعة من الولايات المتحدة الأميركيّة وكندا وأوروبا الغربيّة من الوصول إلى أيّ اتجاه تقصده بحدود اليوم الواحد. أمّا في الدول النامية، فعادة ما يتضاءل عدد الرحلات وتحدّد وجهتها بمكان واحد.

كان النقل الجويّ في البداية متعذّراً بسبب ارتفاع كلفته. ومع تقدّم تقنيّة الطيران، أصبح أكثر فعاليّة وأقلّ كلفة، إلى جانب كونه أكثر وسائل النقل سلامة.

عام ١٩٨١، أطلقت الولايات المتحدة الأميركيّة أوّل مكّوك فضائيّ، فاتحة المجال أمام النقل الفضائيّ المستقبليّ. يدور المكّوك القابل لإعادة الإستعمال، حول الكوكب الأرض، حاملاً التجارب والأقمار الصناعيّة والمسابر الفضائيّة؛ ويعود إلى الفضاء لتشييد أولى الإنشاءات الفضائيّة الدائمة، والتي ربما تتضمّن المصانع والمختبرات ومحطّات الطاقة الشمسيّة، ومع الوقت، الإستيطان الفضائيّ الأوّل.

تبادل المعلومات

الإتصال هو عمليّة تبادل المعلومات بين الأفراد من خلال الرموز والإشارات العاديّة أو السلوك المنقول بواسطة الرسائل الشفهيّة أو المكتوبة. وينقسم الإتصال إلى نوعين أساسيين، الإتصال البيشخصيّ[1]، والإتصال الجماعيّ. ويتمثّل الإتصال البيشخصيّ، خلال النقاش الدائر، أو بمكالمة هاتفيّة. أمّا الإتصال الجماعيّ، فهو الإتصال الحاصل لدى نقل المعلومات إلى مجموعة من المشاهدين أو المستمعين. ويشمل الكتب والمجلات والجرائد وأجهزة الراديو والتلفزيون.

والإتصال، بأكثريّة أنواعه، حيويّ بالنسبة للمجتمع. ويَستخدم قادة الدول نوعَي الإتصال المكتوب والمسموع للإستعلام عن اهتماماتهم المشتركة حيال بعض الأمور لتجنّب المواجهة. ويَستخدم العلماء الأقمار الصناعيّة وغيرها من أجهزة الإتصال المتطوّرة لمراقبة الأحوال الجويّة الخطيرة كالأعاصير. وتُنذر أجهزة الراديو والتلفزيون السكّان باقتراب العواصف. وفي الدول الصناعيّة، يستخدم رجال الأعمال المعدّات الإلكترونيّة المختلفة لتزويد وسائل الإتصال بالسرعة والجدارة. فمثلاً، يقدّم الباعة في أحد فروع الشركات طلباتهم إلى جهاز الكمبيوتر الذي ينقل بدوره المعلومات إلى مركز الكمبيوتر الرئيسيّ. ويسجّل الزبائن الرسائل على مجيبات الهاتف الآليّة.

من الطبول إلى الهواتف

تمكّن سكّان ما قبل التاريخ من الإتصال بواسطة الضرب على الأخشاب الفارغة وجذوع الأشجار. كما مكّنتهم أصوات الطبول من تطوير الرموز الشفريّة المؤشّرة إلى الحرب والسلام وغيرها من الأنباء.

ومن أقدم سبل الإتصال البعيد المدى، العدّاؤون أو السعاة، وراكبو الخيل، والحمام الزاجل، والرجال ذوو الأصوات العالية.

وربما اعتُبرت الكتابة الصوريّة أو البكتوغراف، أولى صيغ الإتصال الكتابيّ، المتمثّل بصورة لكلّ فكرة. وحوالى ٤٠٠٠ إلى ٣٠٠٠ سنة قبل المسيح، تمّ تطوير الطريقة الكتابيّة العالميّة الأولى في بلاد ما بين النهرين (ميزوبوتاميا) على يد شعوب عُرفت بالسومريّة. وسمّيت الكتابة المسماريّة[2] Cuneiform، والتي اعتمدت الحرف أو الرمز الوتديّ الشكل للمقطع اللفظيّ.

قبل تطوير الطباعة، كان العدد الضئيل من الكتب الموجودة آنذاك يُنسخ باليد، حرفاً بحرف. وكان هذا يقتصر على الأقليّة الضئيلة، نسبة إلى جهل أكثريّة الناس في ذلك الوقت أسس الكتابة والقراءة. وينسب معظم المؤرّخين إلى جوهان جوتنبرج Johann Gutenberg فضل إدخال نهج الطباعة بالأحرف المعدنيّة المتحركة إلى أوروبا، باستخدامه قوالب معدنيّة طباعيّة خاصّة لكلّ حرف أبجديّ، مع حبر زيتيّ. تسهّل الطباعة إنتاج الكتب بشكل سريع ومتناسق. وإلى جانب الكتب، بدأ الناس بطباعة الجرائد والمجلات والتقاويم. وسرعان ما أصبح الإعلام المطبوع أهمّ أنواع الإتصال الجماعيّ.

حتى منتصف القرن السابع عشر، لم تتعدّ سرعة إيصال المعلومات سرعة سير المركب أو القطار البخاريّ. باستثناء البرقيّات البصريّة Visual Telegraph، كانت الأبراج في أوروبا تبثّ الرسائل بشكل رموز تشاهَد عبر التلسكوب ليعاد بثّها إلى الأبراج المجاورة حتى تصل إلى


ناقلة بضائع


ناقلة موز


ناقلة بضائع


للسياحة



ناقلة بضائع



سياحة في بحر الشمال


للسياحة


للسياحة


للشحن


للسياحة


ناقلة بضائع


ناقلة نفط


للسياحة


ناقلة نفط

(١) بيشخصيّ: خاصّ بالعلاقات بين الأشخاص.

(٢) الكتابة المسماريّة: حروف تشبه الحروف البابليّة والأشوريّة القديمة.

أهدافها؛ واعتمد الإتصال البعيد المدى على وسائل النقل.

تغيّر الوضع برمّته بعد بثّ المخترع الأميركيّ صموئيل مورس Samuel F.B. Morse الرسالة الأولى عبر الخطّ البرقيّ الأوّل (التلغراف) من واشنطن إلى بولتيمور في ميريلاند، وذلك في ٢٤ أيّار العام ١٨٤٤؛ واقتصرت الرسالة التاريخيّة على جملة «ماذا كتب الله». ويعتمد نظام «مورس» البرقيّ على تقطيع التيار الكهربائيّ المستقرّ للحصول على رسائل بشكل نقاط وخطوط أفقيّة صغيرة، عُرفت برموز مورس.

وساعد الإتصال البرقيّ على إنعاش التجارة، وأصبح بالامكان تبادل الأخبار خلال دقائق بدل الأسابيع.

ولعب الهاتف دوراً هاماً في تطوير وسائل الإتصال. وكان طُوّر على يد المخترع الأميركيّ الإسكوتلانديّ الأصل ألكسندر غراهام بل Alexander Graham Bell؛ تضمّن جهازه الهاتفيّ الأوّل، والحائز على براءة الاختراع، طبلة رقاقيّة تهتزّ لدى استلام الموجات الصوتيّة. وفي ١٠ آذار العام ١٨٧٦، تمكّن «بل» من بثّ أوّل مكالمة عبر الهاتف، وتمّ تركيب الخطّ الهاتفيّ الأوّل بين بوسطن وسمرفيل في ولاية ماساشوستس العام ١٨٧٧. واليوم تؤمّن التقنيّة المتطوّرة، بما فيها مكبّرات الإشارات والأقمار الصناعيّة وخطوط البثّ الخاصّة، لمستخدمي أجهزة الهاتف في الدول المتطوّرة، التحدّث مع الأصدقاء والشركاء عبر المحيطات والقارّات، والتحدّث إلى عدّة أشخاص في وقت واحد، إضافة إلى إمكانيّة الإتصال من سيّارة إلى أخرى بواسطة الأجهزة الهاتفيّة الخليويّة المتحرّكة.

الراديو والتلفزيون والكومبيوتر

باعتماده على نتائج التجارب الأوليّة في علم الكهرباء والمغنطيس، برهن المخترع الإيطاليّ جوليلمو ماركوني Guglielmo Marconi إمكانيّة الإتصال اللاسلكيّ سنة ١٨٩٦. وتوصّل بعدها إلى بثّ رسالة من ثلاث نقاط برموز مورس للحرف «S» لمسافة ٣,٥٤٠ كم عبر المحيط الأطلسيّ إلى جهاز الإلتقاط في نيوفوندلاند. وتمّ توليد الكهرباء اللازمة لجهاز البثّ بواسطة محرك مزوّد بالوقود قدره ٢٥ حصاناً، وثبّت الهوائيّ بواسطة ساريتين طويلتين، ووصل جهاز الإلتقاط بهوائيّ مثبّت بواسطة شراع مرتفع. بهذا، أثبت ماركوني إمكانيّة طواف الموجات اللاسلكيّة حول الأرض.

وفي العام ١٩٠٦، تمّ وصل التيار الهاتفيّ بأوّل جهاز لاسلكيّ، سمّي بعدها بالجهاز البرقيّ اللاسلكيّ، وأذيع أوّل برنامج اختباريّ للصوت والموسيقى من برانت روك في ماساشوستس، والتقطه عمّال اللاسلكيّ عبر سمّاعات الرأس على متن سفينة تبعد مئات الكيلومترات. واليوم، أصبح بإمكان أكثريّة الناس التقاط الإذاعة الصوتيّة في وقت واحد.

إنبثق البثّ الإذاعيّ الأوّل من محطة KDKA في بيتسبورج في بنسلفانيا العام ١٩٢٠. وطوّرت المحطّات الإذاعيّة التجاريّة الإتصالات من خلال تأمين السرعة الاخباريّة والتسلية للعدد الكبير من المستمعين. ولم يعد الناس مضطّرين إلى انتظار طبع الجرائد لمعرفة الأحداث الجارية.

سمّيت أجهزة التلفزيون في الأصل بـ «المذياع المرئيّ»، والذي يعود تاريخه إلى حدود العام ١٨٨٤. اخترع العالم الألمانيّ بول نيبكو Paul Nipkow آنذاك أسطوانة متلفزة، كانت بمثابة دولاب مثقّب سريع التدويم مع شاشة خلفيّة مضيئة. قامت الثقوب بتقطيع كلّ صورة إلى آلاف النقاط المستقلّة – النظريّة الأساسيّة للبثّ التلفزيونيّ. وفي العام ١٩٣٦، استهلّت الشركة البريطانيّة للإرسال أولى الخدمات التلفزيونيّة العالميّة، مستعينة بالجهاز الإلكترونيّ المتكامل. وفي العام ١٩٨٧، أحصيت حوالى ١٠,٠٠٠ محطّة تلفزيونيّة تبثّ البرامج إلى أكثر من ٦٤٨ جهازاً تلفزيونياً حول العالم.

وكمعظم الإنجازات في مجال الإتصالات، تمكّن التلفزيون من جعل العالم يبدو أصغر حجماً، وذلك بالسماح للشعوب المتفرّقة بفعل المسافات البعيدة من مشاركة التجارب الواحدة. وبفضل الأقمار الصناعيّة وغيرها من الأجهزة، تسمح أجهزة التلفزيون لملايين الناس في عشرات الدول من مشاهدة البرامج نفسها في الوقت نفسه.

أمّا الكمبيوتر فيعتبر أحد أبرز التطوّرات في مجال الاتصال في القرن العشرين. فهو يتمكّن من استيعاب وتنظيم وإيصال كميّات كبيرة من المعلومات بدقّة وسرعة مذهلتين. فالتطوّرات التي أدخلت على تصميم الرقائق الصغريّة Microchips، وهي دوائر بحجم سبابة الطفل تؤدّي مهامّ الأعصاب المركزيّة؛ وساعد بعض الكمبيوترات المتفوّقة على تأدية أكثر من مليار ونصف مليار عمليّة حسابيّة في الثانية. بينما تمكّن الكمبيوتر الإلكترونيّ الأوّل في العالم والمنجز العام ١٩٤٦، من تأدية حوالى ٥٠٠٠ عمليّة في الثانية، كما احتلّ حجمه فسحة مرآبين للسيّارات.

يبدو أنّ حسنات الآلات الحديثة لا تحصى، فعلماء الإقتصاد يستخدمون أجهزة الكومبيوتر الدقيقة لتعقّب الأوضاع الإقتصاديّة والتمكّن من إعلام الأسواق الماليّة بالإتجاهات المستحدثة، ورجال الأعمال يستخدمون الأجهزة نفسها لمراقبة وضبط اتصالات الأقمار الصناعيّة الطافية على ارتفاع آلاف الكيلومترات من سطح الأرض. ويتمكّن مستخدمو الكمبيوترات الخاصّة الذين يصلون أجهزتهم بالخطوط الهاتفية من القيام بالصفقات الماليّة البسيطة من خلال المصارف المحليّة. كما بإمكانهم الإتصال مع مستخدمي الكومبيوترات الأخرى حول العالم بواسطة الأنترنت Internet. وهكذا، وضعت أجهزة الكمبيوتر الكثير من المعارف العالميّة بمتناول أيدينا.

وتستمرّ التطوّرات مسرعة في مجال الإتصال. فاليوم مثلاً، يُحدث استعمال الألياف البصريّة ثورة في صناعة أجهزة الهاتف. وهي أسلاك شعريّة دقيقة من الزجاج الصافي، القادرة على نقل آلاف المكالمات الهاتفيّة عبر الإرسال الضوئيّ البعيد المدى.

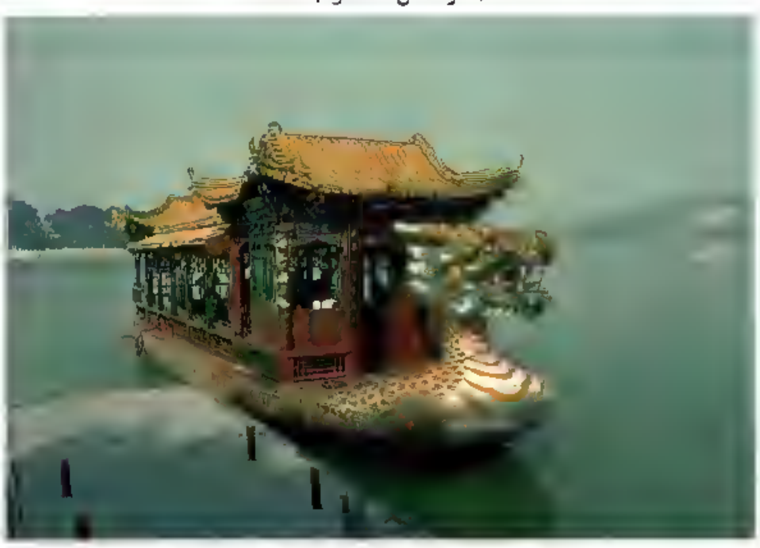
وتشمل التطوّرات أنظمة الهاتف الخليويّة المتحرّكة، وهي أجهزة هاتفيّة بحجم الجيب تسمح بتبادل الإتصالات عبر الشوارع والأسواق التجاريّة أو أيّ مكان نذهب إليه.



قاطرة البواخر



باخرة لنقل المستوعبات



الصين: المركب الملكيّ في بايجينج



بورما: مطعم على متن باخرة في مدينة يانجون

التجارة

التجارة هي حركة بيع وشراء السلع والخدمات. أمّا هدف التجارة الرئيسيّ فهو تزويد المستهلك بأجود السلع والخدمات بأرخص الأسعار.

والتجارة هي أساس الاقتصاد الماليّ الحديث. فهي وسيلة التبادل، والمقبولة لدى فريقي العمل التجاريّ. ويسمّى المبلغ المطلوب لشراء مطلق سلعة أو خدمة بالسعر. ويتحكّم في تحديد الأسعار كلّ من المنتجين والباعة والحكومات والمناقصات أو العروض المؤدّية إلى الاتفاق التجاريّ المسمّى بالعقد.

ولولا المال، لكانت التجارة مجرّد تبادل أو مقايضة للبضائع.

دور التجارة

لعبت التجارة دوراً هامّاً عبر التاريخ. فلقرون خلت، نقلت القافلات السلع من القارة الآسيويّة إلى المستهلكين في أوروبا. ففي القرنين الخامس عشر والسادس عشر، اكتشف الروّاد الأوروبيّون أراضي جديدة خلال سعيهم لاكتشاف المسالك الجديدة إلى الشرق. ومنذ عهد قريب، أُنشئت قنوات پاناما والسويس لتأمين الخطوط التجاريّة الأقصر والأوفر. وساعدت التجارة في كافّة الأزمنة على تقدّم الحضارات عبر تبادل الأفكار إلى جانب السلع، وعلى تحقيق الحاجات والرغبات البشريّة الأساسيّة كالغذاء والكساء والمأوى. فعندما يرتفع المستوى المعيشيّ، يميل الإنسان إلى تذوّق المآكل الأكثر تنوّعاً والأغلى ثمناً، والحياة في منازل أفضل، وارتداء أحدث الأزياء. فرغبات الإنسان المعاصر لا تُحدّ.

وتحقّق التجارة إمكانية التخصّص المهنيّ أو تقسيم الأعمال، فتتيح للمصنع إنتاج الصنف الواحد، وللعامل القيام بالعمل المتخصّص، وللمزارع إنماء نوع محدّد من المحاصيل. والدولة التجاريّة ليست ملزمة بإنتاج كافّة احتياجاتها. فالسعودية مثلاً، تنتج البترول، لكنّها لا تصنع أجهزة التلفزيون. كما أنّ اليابان التي تصنع أجهزة التلفزيون لا تملك موارد البترول. ومن خلال التجارة، يمكن لشعبي البلدين الحصول على الصنفين معاً.

الأسواق

لمواصلة النشاط التجاريّ، على الباعة والزبائن الالتقاء في ما يسمّى بالسوق. وشكّلت أسواق الهواء الطلق أقدم الأمكنة التجاريّة، التي تمّت فيها صفقات المبادلة وجهاً لوجه. وما زالت هذه الأسواق قائمة في الكثير من الدول.

في الاقتصاد الصناعيّ، يلتقي المنتجون والمستهلكون من خلال نظام للتوزيع. وهو ترتيب تقليديّ يؤمّن للمنتجين بيع إنتاجهم من تجّار يُعرفون بتجّار الجملة، والذين يصرّفون البضائع بكمّيات كبيرة إلى تجّار التجزئة. وتبيع مخازن التجزئة البضائع بكمّيات صغيرة من المستهلك العاديّ.

وتسمّى الأسواق التي يتمّ من خلالها تبادل السلع الأساسيّة كالحنطة والمواشي والبترول والمطّاط، بهيئة بورصة السلع والحبوب. وتتمّ العمليّات التجاريّة وفق نظام المزاد العلنيّ المرتكز على كمّيات وأصناف نموذجيّة خاضعة لمقاييس محدّدة. كما تباع أسهم الملكيّة في المؤسّسات بطرق مماثلة في الأسواق الماليّة كأسواق نيويورك ولندن وطوكيو.

وتشرف الحكومات في أكثريّة الدول على تنظيم العمليّات التجاريّة. ففي الولايات المتحدة الأميركيّة مثلاً، سنّ الكونغرس قوانين تمنع الشركات من التآمر على تثبيت الأسعار، والإعلان عن السلع غير المتوفّرة في الأسواق، والاستفادة من تشغيل الأولاد. ويهدف التنظيم إلى تأمين العدالة للمنتج والمستهلك، على حدّ سواء.

التجارة العالميّة

يسمّى التبادل التجاريّ للسلع والخدمات بين الشعوب المختلفة بالتجارة العالميّة التي تؤمّن للمستهلكين خيارات نوعيّة أوسع، كما تشجّع المضاربة في الأسواق العالميّة المنتجين على تحسين إنتاجهم.

تسمّى ممارسة الشراء من دولة أخرى بالاستيراد، ومبيع دولة أخرى بالتصدير. وتملك كلّ دولة تقريباً عملتها الذاتيّة، أو النقد المتداول في التجارة الداخليّة – التجارة بالاقتصاد الذاتيّ – أمّا بالنسبة للتجارة العالميّة، فيتمّ مبيع وشراء النقد كالسلع. وتعتمد التجارة العالميّة بمجملها على الدولار الأميركيّ كقاعدة للتداول.

يحبّذ معظم خبراء الاقتصاد الأسواق الحرّة أو التجارة الحرّة بين الدول. ويعتمد الحجم التجاريّ في معظم الأحيان على سعر السلع ونوعيّتها. على كلٍّ، فغالباً ما يكون للتجارة الحرّة حدودها.

تقيم الحكومات العوائق في وجه التجارة الحرّة لحماية إنتاجها المحلّيّ. والعائق الأكثر شيوعاً هو التعرفة أو الرسم الجمركيّ الذي يُدفع على البضائع المستوردة لدى دخولها إلى بلد معيّن، بهدف رفع أسعارها بالنسبة للمستهلكين. ويفرض معظم الحكومات حصصاً نسبيّة Quotas لبعض البضائع. أي إنّها تسمح باستيرادها بكمّيات محدّدة. فالحصّة النسبيّة مثلاً، تحدّد عدد السيّارات المسموح باستيرادها.

وتنظِّم التجارة بين دولتين، أو مجموعة من الدول وفق عقود مبرمة، تهدف بمجملها إلى ترسيخ التجارة الحرّة. ففي العام ١٩٨٨ مثلاً، اتفقت الولايات المتحدة الأميركيّة وكندا على إزالة الرسوم الجمركيّة.

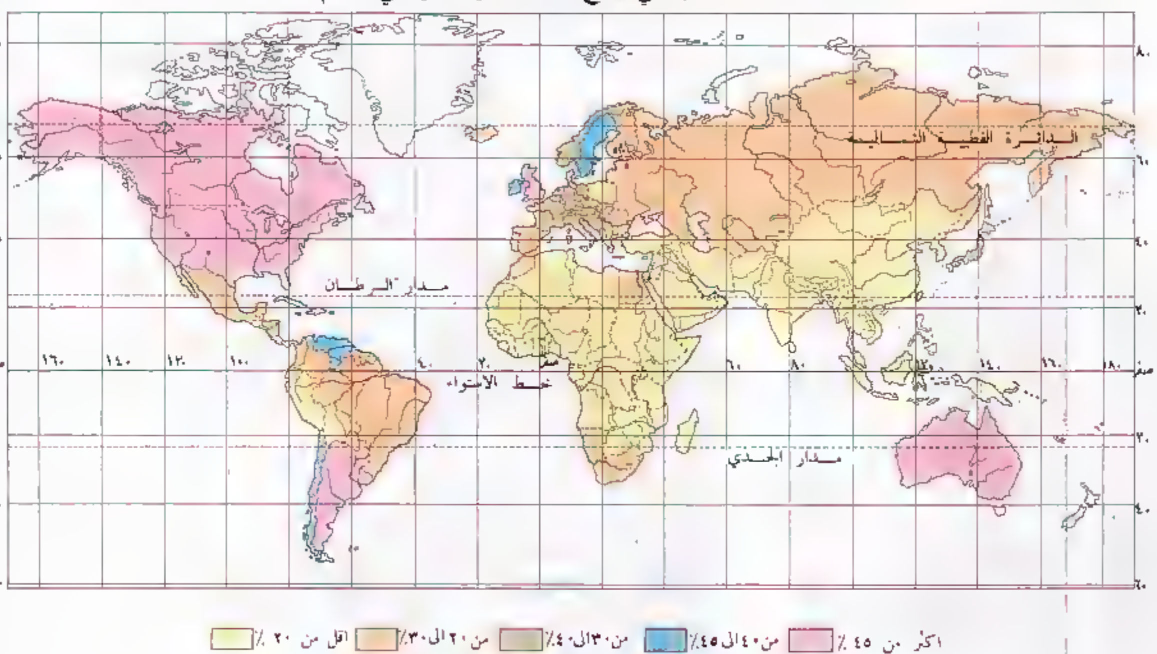
وتتمّ المفاوضات الدوليّة لتسهيل التجارة العالميّة وفق المعاهدة العامّة للرسوم والتجارة GATT، والتي تشمل المتاجرة بالسلع في أكثريّة الدول. وترتبط أكثر من مئة دولة من الدول الموقّعة على المعاهدة العامّة، بالمعاهدات الجمركيّة في ما بينها، وتعترف ببعض القوانين التجاريّة المشتركة، لكنّ التنفيذ الفعليّ للمعاهدات، يلاقي صعوبة بين أكثريّة الدول الممارِسة للنشاط التجاريّ، رغم التقدّم الكبير الذي تمّ إحرازه في هذا المضمار.

تتواصل التجارة العالميّة بين الدول الصناعيّة التي تفتح الحدود في ما بينها لتبادل السلع والخدمات. وتعتبر دول كندا، وأوروبا الغربيّة واليابان من أكبر شركاء الولايات المتحدة الأميركيّة التجاريّين. فمعظم البضائع التي يتاجرون بها، يُنتج بالجملة. كما أنّ أكثريّة صادرات الدول المتقدّمة هي سلع أساسيّة، كالمواد الغذائيّة والمعادن، رغم أنّ البعض يحاول تنويع صادراته.

تحتضن التجارة العالمية مجالاً مهمّاً هو السياحة (النشاط الاقتصاديّ المعتمد على السيّاح). والاتّجار بالسياحة بالنسبة للعدد الكبير من الدول كجامايكا والباهاما، أكثر أهمية من الاتّجار بالسلع.

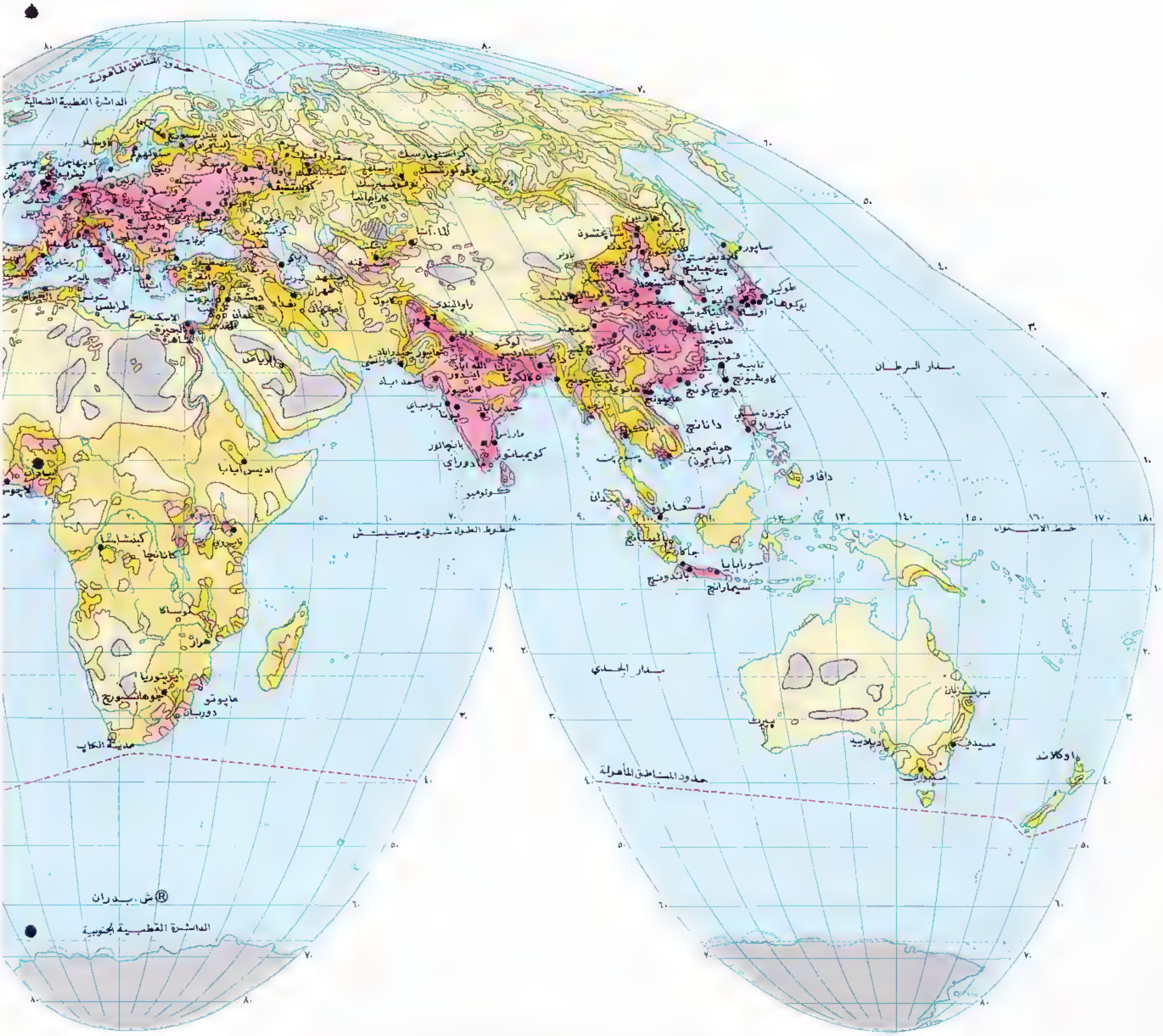
ونسبة لانخفاض كلفة اليد العاملة، أصبح بعض الدول الآسيويّة كتايوان، من الدول الرئيسيّة المصدّرة للأقمشة والمعدّات الكهربائيّة، وكوريا الجنوبيّة من الدول المصدّرة للسيّارات. كما اكتسبت عدة شركات صفة التعدّديّة الدوليّة بسبب انتشار مصانعها حول العالم. ويُحتمل أن تدخل الواردات إلى السوق الأميركيّة مثلاً، من مصانع الشركات الأميركيّة المتواجدة في الدول الأخرى.

نسبة السكّان العاملين في قطاع الخدمات والتجارة في العالم

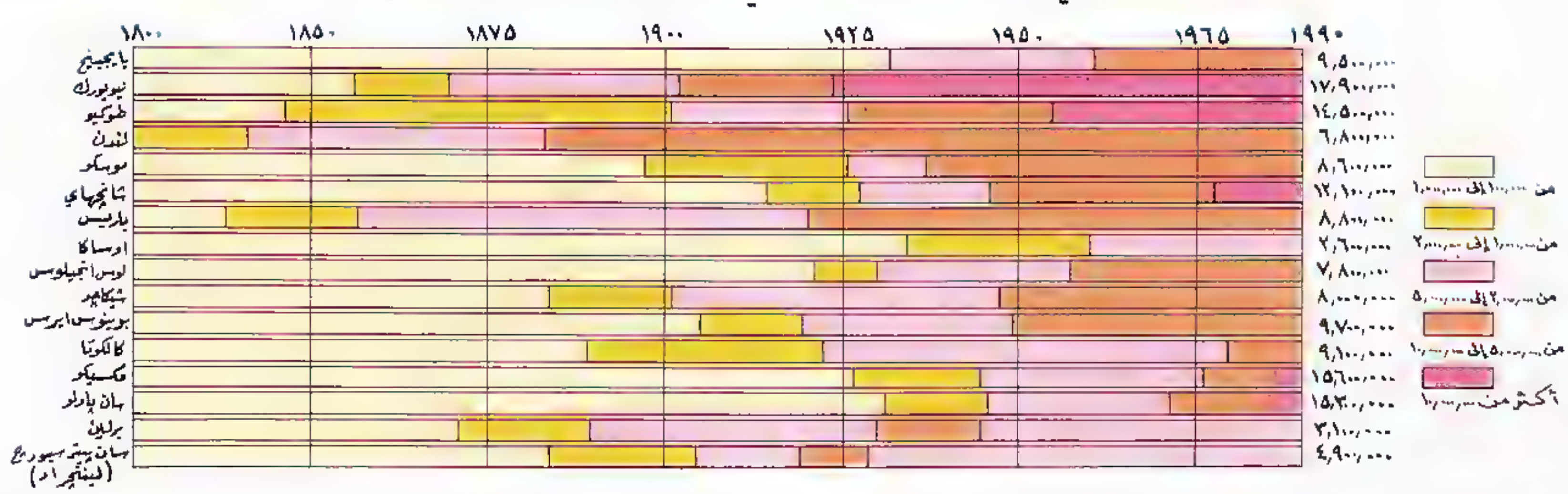


إنّ ارتفاع نسبة العاملين في قطاع الخدمات دون أن يرافق ذلك ارتفاع مماثل في قطاع الصناعة (كما هو الحال في ڤينزويلا والتشيلي والأرجنتين)، دلالة على وجود حاجز خطير في وجه التطوّر الإقتصاديّ.

كثافة السكان في العالم



زيادة عدد السكان في المدن الأكثر كثافة سكانية

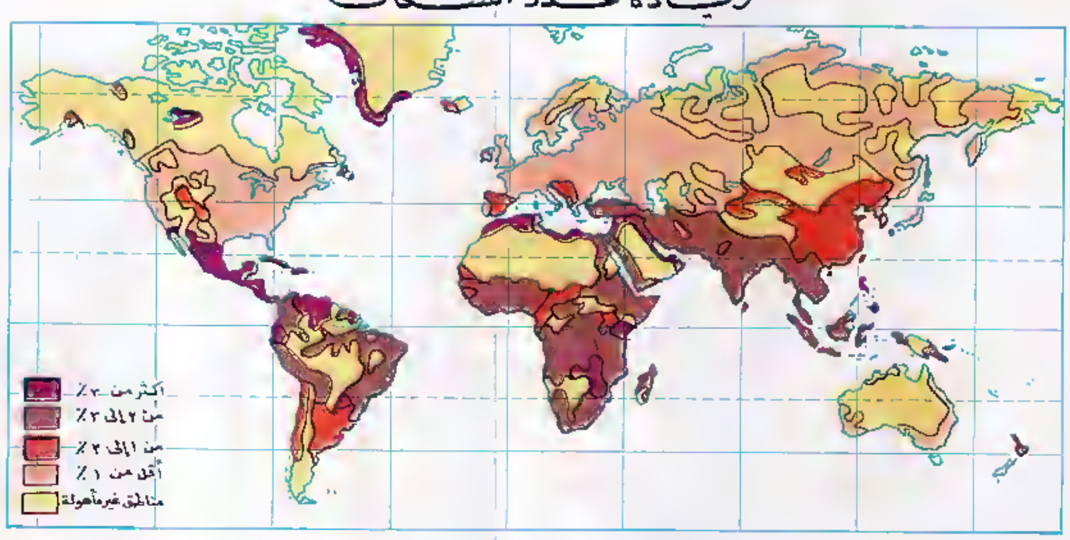




كثافة السكان

- مناطق غير مأهولة
- من صفر الى ١ ساكن بالكم²
- من ١ الى ١٠ ساكن بالكم²
- من ١٠ الى ٢٥ ساكن بالكم²
- من ٢٥ الى ٥٠ ساكن بالكم²
- من ٥٠ الى ١٠٠ ساكن بالكم²
- اكثر من ١٠٠ ساكن بالكم²
- ● مدن فيها أكثر من ١,٠٠٠,٠٠٠ ساكن
- ○ مدن يتراوح عدد سكانها بين ٥٠٠,٠٠٠ و ١,٠٠٠,٠٠٠ ساكن

زيادة عدد السكان





السكّان

السكّان كلمة تُطلق على العدد الاجمالي لسكّان مطلقِ منطقة على الأرض. وربّما تكون هذه المنطقة بصغر حيّ مدنيّ أو بضخامة العالم.

يحدّد التنقّل البشريّ والهجرة والولادة والموت الحجم السكانيّ. ففي كلّ خمس عشرة ثانية، يستقبل العالم حوالى مئة مولود. أي إنّ الأرض تستقبل كلّ يوم مئات الآلاف من البشر، وهذا يعني أنّ الأرض ستستضيف في غضون سنة من اليوم، حوالى ٩٠ مليون مولود إضافيّ. وهنا يكمن السؤال: كم ستطول بهم الحياة؟ وهل سيتمكّنون من تأمين حاجاتهم الأساسيّة؟ إنّ معرفة التوزيع والنموّ السكانيّين هي هدف مستقبليّ بالغ الدقّة.

وتسمّى دراسة السكّان والمواضيع المتعلّقة بها بالديموغرافيا، ويسمّى العلماء الذين يقومون بالاحصاءات السكانية بالديموغرافيين. يتولّى الديموغرافيون شرح البنود الاحصائيّة بشأن المجموعات البشريّة الكثيفة. وغالباً ما يستعينون بالاحصاءات الرسميّة الصادرة دوريّاً عن الحكومات، كإحدى أهم الوسائل القيّمة المتّبعة في هذا المضمار. وتؤمّن الاحصاءات الرسميّة التعداد السكنيّ، إضافة إلى غيره من المعلومات.

ويمكن للحكومات أن تستقي المعلومات عن المجموعات البشريّة بفحص الاحصاءات الحيويّة كالولادات والوفيّات والزواج والطلاق وغيرها من المعطيات، لاستخدامها في أهداف مختلفة، كما تقوم بنشرها وتعميمها لتضعها بمتناول الشعب.

تجمع الأمم المتحدة وغيرها من المنظّمات الدوليّة الأرقام السكّانية من دول العالم. ولكن، هنالك دول لم يسبق لها أن أحصت عدد سكّانها. كما توجد دول عاجزة عن القيام بالاحصاء الدقيق. لهذه الأسباب، تتفاوت الأرقام المنشورة للأعداد السكّانيّة بشكل واسع.

إضافة إلى الحجم السكّانيّ، يستعين الديموغرافيّون بالاحصاء الرسميّ لاكتشاف عدّة أشياء، منها معدّل الولادات الصافية، أي عدد الولادات السنويّة بالنسب الألفيّة. ففي عام ١٩٨٨، كانت نسبة الولادات الصافية في المكسيك ٣٠ بالألف، أمّا في كندا، فلم تتعدَّ الـ ١٥ بالألف.

ويتمكّن الديموغرافيّون بمعرفتهم نسبة الزيادة الصافية من حساب الزمن المضاعف، وهو عدد السنوات اللازمة لمضاعفة عدد السكان في حال استقرار نسبة النموّ، ويستعينون بنسبة الوفيّات وغيرها من الاحصاءات، للتنبؤ بمتوسّط العمر المتوقّع، أو عدد السنوات المتوقّعة لحياة المولود الجديد. ونعالج إحصاءات نسب وفيّات الأطفال تحت عمر السنة بشكل منفصل، وعادة ما تعتبر مؤشّراً جيداً إلى حالة الدولة الصحيّة بشكل عامّ. وتُظهر الخرائط والرسوم البيانيّة المختلفة بوضوح تامّ، أنواع المعلومات التي يستخدمها الديموغرافيّون بشكل عامّ.

ويوضح الاستفتاء الذي يجريه الديموغرافيّون صورة الوضع السكانيّ بمختلف وجوهه. فيسألون مثلاً عن نوعيّة الأعمال التي يقوم بها الناس، وعدد العاطلين عن العمل، ونسبة المتزوّجين، وعدد طلاّب المدارس. وتكشف الأجوبة على هذه الأسئلة الصفات الشعبيّة التي تشكّل المؤشّر للوضع الاجتماعيّ العامّ.

الأماكن السكنيّة

يدرس الديموغرافيّون التوزيع السكانيّ أو طرق انتشار الناس فوق المساحات الأرضيّة. والتوزيع السكانيّ على الأرض بمنتهى التفاوت. فمعظم الدول الأوروبيّة مأهولة بكثافة. ويتسبّب التضخّم السكانيّ بأزمات خانقة في بعض أجزاء القارّة الآسيويّة، والتي تستقطب العدد الأكبر من سكّان الأرض. ويفوق سكّان الهند وحدها سكّان نصف الكرة الغربيّ، أي أستراليا وأوقيانيا (الأراضي الواقعة عند وسط وجنوب المحيط الهادىء). مع هذا، نرى أنّ الأجزاء الأخرى من القارّة الآسيويّة وغيرها من القارّات، غير مأهولة بما فيه الكفاية. والواقع أنّ حوالى ٣٠٪ فقط من أراضي العالم مأهولة بالسكّان. ذلك أنّ المناطق التي يتضاءل فيها السكن، لا تصلح للإستيطان الجماعيّ الكثيف.

وعادة ما تربط الأماكن السكنيّة المكتظّة قواسمُ مشتركة تستقطب إليها الناس، كالأمطار الغزيرة والمناخ المعتدل والأراضي المنبسطة أو المعتدلة الانحدار، والتربة الخصيبة. وهي المقوّمات الضروريّة للزراعة والتي تشكّل المورد الأساسيّ لسكّان العالم. ففي القارّة الآسيويّة مثلاً، تستقطب مناطق كأودية الجانج الخصيبة في الهند ونهر هوانج هو (النهر الأصفر) ويانج تسي كيانج في الصين وغيرها من الأنهار الكبيرة، أكثر من ١٢٠٠ شخص للكم^2. ويقيم معظم سكان مصر في الوادي الخصيب، ودلتا النيل.

وعادة ما ينتشر سكّان القارّات في المناطق الساحليّة، المحتضنة صفات وديان الأنهار الكبيرة نفسها، وذلك في حال توفّر المياه العذبة. كما نما معظم مدن العالم الرئيسيّة حول المرافىء الناشطة التي أمّنت، في حينها، ازدهار التبادل التجاريّ مع المدن البعيدة. وتحوّل بعض القرى الداخليّة في بعض الأحيان إلى مدن كبيرة بفضل قربها من خطوط المواصلات والموارد الطبيعيّة، كمدينة بيتسبورج في بنسلفانيا ومدينة ايسّن في ألمانيا، الواقعتين قرب الأنهار والغنيّتين بحقول الفحم الحجريّ.

وتلعب الهجرة دوراً كبيراً بالنسبة للتوزيع السكانيّ. فمن عام ١٨٨٠ إلى عام ١٩٢٠ مثلاً، هاجر أكثر من ٢٣ مليون شخص من جنوب وشرق أوروبا إلى الولايات المتحدة الأميركيّة، مفرّغين قرى بكاملها من السكّان.

ومنذ عام ١٩٠٠، أثّرت الهجرة من القرى إلى المدن في الدول الفقيرة والنامية، على التوزيع السكانيّ بشكل واسع. ففي العقود القليلة الماضية، هاجر مئات الملايين، أو حوالى ربع سكّان تلك الدول من المناطق



تجمع غفير في سوق أسبوعيّ في مراكش في المغرب

← سوق تجاريّ لبعض المنتجات الزراعيّة في رواندا



الريفيّة إلى المدن بهدف تحسين أوضاعهم المعيشيّة. وسُمّيت إعادة التوزيع السكانيّ المتواصل من الأرياف إلى المدن، بالانفجار السكانيّ الضمنيّ Population Implosion. أمّا التعبير الأكثر شيوعاً فهو: «الإنفجار السكّانيّ» Population Explosion. وهذا لا يشير فقط إلى حقيقة زيادة عدد سكّان العالم أكثر من أي وقت مضى، بل يشير أيضاً إلى واقع التقدّم السريع والمفاجىء للنموّ السكّانيّ في بعض المناطق منذ نهاية الحرب العالميّة الثانية عام ١٩٤٥.

كيفيّة ازدياد عدد السكّان

خلال معظم حقبات التاريخ البشريّ، اقتصر التغيير في عدد السكّان على عمليّة النموّ البطيئة والنقص الموقّت أحياناً في بعض المناطق. ويقدّر الديموغرافيّون أنّ ٢٥٠ مليون نسمة عاشوا على الأرض في مستهل الدهر المسيحيّ منذ ألفي سنة، وأنّ عدد سكّان العالم لم يتضاعف إلى ٥٠٠ مليون حتى حوالي عام ١٦٥٠، حيث ارتفعت نسبة الولادات، وكذلك الوفيات؛ ووقعت الملامة، بشكل واسع، على رداءة التصحاح[1] ونفشّي الأمراض التي أصبحت اليوم خاضعة للوقاية. ففي أواسط القرن الرابع عشر مثلاً، ربّما قضى داء الطاعون الدبليّ Bubonic plague على ثلث سكّان أوروبا. كما أنّ أمراضاً كالحصبة والجدري التي أدخلها الأوروبيّون في القرن السادس عشر، إضافة إلى الملاريا والحمّى الصفراء الأفريقيّة المصدر، اجتاحت السكّان الأصليين في القارّتين الأميركيّتين.

وحافظت الحروب والمجاعات التي أدّت أحياناً إلى الموت الجماعيّ من الجوع، على ارتفاع نسبة الوفيات في آسيا وأفريقيا وأوروبا. ولكن في أواخر القرن السابع عشر، بدأت تحصل تغييرات خفّفت تدريجيّاً من نسبة الوفيات. نشأت هذه التغييرات في أوروبا الغربيّة وامتدّت إلى أجزاء أخرى من العالم.

كانت التغييرات مهمّة لدرجة سُمّيت أحياناً بالثورات. ويشير المؤرّخون إلى الثورة الزراعيّة كسلسلة تطوّرات أدّت إلى طرق زراعيّة أفضل، فحسّنت البذور والمخصّبات، وزادت من جودة الطعام. وساهمت الثورة الأحيائيّة Biological Revolution في زيادة عدد السكّان. وذلك عن طريق تطوير اللقاحات، وتعزيز الصحّة العامة للوقاية من الأمراض، واستحداث المضادّات الحيويّة لعلاجها.

وشكّلت الثورة الأحيائيّة جزءاً من الثورة الصناعيّة التي استبدل فيها العامل البشريّ بالآليات المسيّرة بالطاقة كالتراكتورات وغيرها من المعدّات الزراعيّة التي تؤمّن وفرة الغلال. وساهمت أجهزة النقل المستحدثة، بدورها، في تسهيل الوصول الى المصادر الطبيعيّة والغذائيّة، ووصلت العالم عبر الخطوط التجاريّة. فانخفضت نسبة الوفيّات في أوروبا وغيرها من الدول بشكل ملفت. وطال عمر الإنسان، وكانت النتيجة أن ارتفع عدد سكّان العالم بشكل

(١) التصحاح: تعزيز الصحّة العامّة.



مأسويّ، إلى حوالى المليار في حدود عام ١٨٠٠. وانخفض بذلك الوقت المضاعف لعدد السكّان العالميّ من ١٦٠٠ سنة إلى ١٥٠ سنة. ومنذ عام ١٨٠٠، استمرّ الوقت المضاعف بالهبوط إلى أن بلغ عدد سكّان الأرض المليارين بحدود عام ١٩٣٠، وتضاعف إلى ٤ مليارات بعد ٤٥ سنة فقط.

من وجهة أخرى، استغرق وصول عدد سكّان الأرض إلى المليار آلاف السنين، بينما قفز من ٤ مليارات إلى ٥ مليارات في غضون ١٢ سنة، ما بين عام ١٩٧٥ وعام ١٩٨٧.

الإنتقال الديموغرافيّ

اتخذ الديموغرافيّون الدول الأوروبيّة كنماذج للتعريف عن عوامل تاريخيّة معيّنة، جعلت النموّ السكانيّ يبدو وكأنّه عمليّة انتقاليّة. فالنموّ السكانيّ يرتفع وينخفض وفق توقّعات حتميّة، لدى مرور الدول عبر مراحل مختلفة من تطوّرها الاجتماعيّ والاقتصاديّ. وتؤلّف الحقبات الانتقاليّة خمس مراحل، تُعرف بمراحل الانتقال الديموغرافيّ.

في المرحلة الأولى، ترتفع الولادات والوفيات، ويستقرّ عدد السكّان أو يرتفع ببطء شديد. وكانت هذه المرحلة اتخذت طابعاً عالميّاً قبل اندلاع الثورة الصناعيّة. ولكن مع بداية التصنيع، انتقلت في الآونة الأخيرة عدّة دول في آسيا وأفريقيا وأميركا الجنوبيّة والوسطى من المرحلة الأولى إلى المرحلة الثانية.

في المرحلة الثانية، تؤمّن العصرنة والعناية الطبيّة المتطوّرة انخفاض نسبة الوفيات وارتفاع نسبة الولادات بمعدّل ستّة أطفال للمرأة الواحدة. والسبب أنّ الدول الفقيرة التي تنخفض فيها الأجور وتندر المدارس، تجد في الأولاد مصدراً لتأمين العمل ومورد الرزق. في هذه الدول، يعمل الأولاد عدّة ساعات في اليوم، حتى ولو كانوا طلّاب مدارس. فزيادة الأولاد تعني زيادة الإيراد، أو على الأقل مساندة العائلة. أمّا السبب الثاني لارتفاع عدد الولادات، فيعود إلى التقاليد المتّبعة في عدد من الدول التي تعتبر العائلة الكبيرة شأناً حضاريّاً هامّاً. وهذا يعود، بشكل جزئيّ إلى توقّع وفاة الأطفال في أعمار مبكرة. كما يجب ألّا نطرح من الحسبان العامل الأكثر أهميّة والمتسبّب في ارتفاع الولادات، وهو عامل الجهل بالوسائل السليمة لتخطيط العائلة بغية تحديد النسل أو عدم إمكان تحمّل نفقاتها.

يزداد عدد الأطفال بسرعة فائقة في الدول المتقدّمة، عبر مرحلة الانتقال الثانية، لكنّه سرعان ما ينخفض لدى انتقال هذه الدول إلى المرحلة الثالثة، أو مرحلة التطوّر الاقتصاديّ. والسبب أنّ النساء عندما يكتسبن المزيد من العلم، ويرتقين في الوظائف يتمهّلن في الزواج وينجبن القليل من الأطفال. وتشمل هذه المرحلة، في الوقت الحالي، العدد الضئيل من دول أميركا الجنوبيّة والدول الآسيويّة. أمّا دول الولايات المتحدة الأميركيّة وكندا وأستراليا ونيوزيلاندا، إلى جانب اليابان وجمهوريّات الاتحاد السوفياتيّ السابق، فدخلت مرحلة الانتقال الرابعة التي يتباطأ خلالها النموّ السكّاني أو يتوقّف بشكل كلّيّ. وهذا ما يُسمّى أحياناً بانعدام النموّ السكانيّ Zero population growth.

ونلاحظ أنّ بعض الدول الأوروبية بلغ المرحلة الخامسة التي يبدأ خلالها عدد السكّان بالهبوط التدريجيّ.

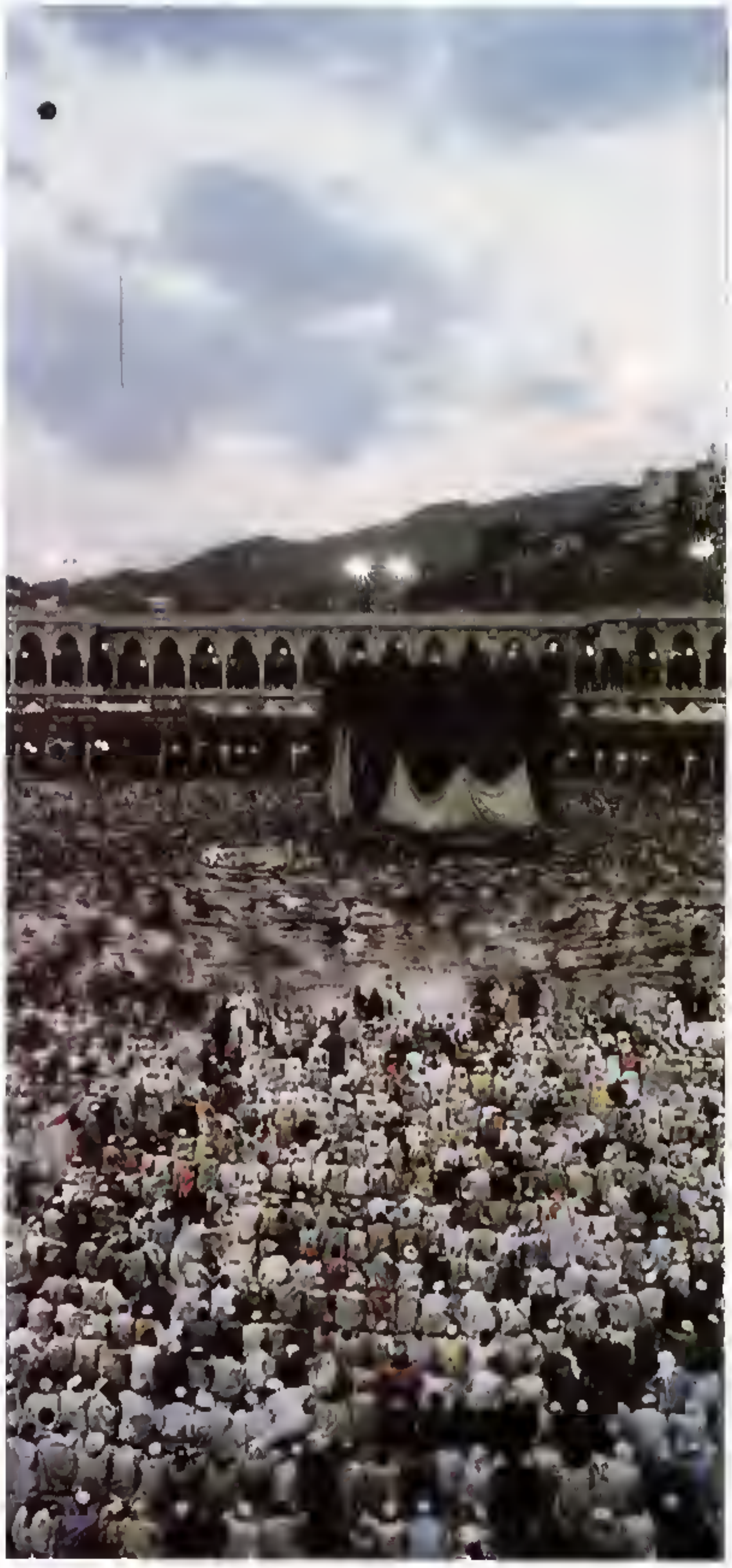
وتشرح نظريّة الانتقال الديموغرافيّ مجرى الأحداث الماضية ومراحل الكيان المختلفة التي تميّز الدول القائمة، لكنّها لا نستطيع التنبّؤ بدقّة بالمستجدّات المستقبليّة للعقود المقبلة. ذلك أنّ أهمّ ما يقلق العالم بالنسبة للعقود القليلة المقبلة هو كيفيّة أو إمكان انتقال الدول النامية من المرحلة الانتقاليّة الثانية إلى المرحلة الانتقاليّة الثالثة بسبب ارتفاع نموّها السكانيّ. فنصف سكّان العشرات من تلك الدول هو من الأولاد ما دون سن الخامسة عشرة، والذين سرعان ما ينجبون المزيد من الأطفال. حتى ولو انخفض معدّل الاخصاب إلى نسبة ولدين للعائلة الواحدة، أي إلى نقطة حلول الأولاد مكان الوالدين، سيستمرّ عدد سكّان تلك الدول بالارتفاع لعدّة عقود.

الموارد والناس

في نهاية القرن الثامن عشر، ناقش عالم اقتصاد بريطانيّ يدعى توماس مالثوس Thomas Malthus، إمكان قصور المخزون الغذائيّ عن مواكبة النموّ السكانيّ السريع، الشيء الذي سيؤدّي إلى المجاعة. لكنّ التطوّرات الزراعيّة الهائلة، إضافة إلى الثورة الصناعيّة، سرعان ما أثبتت أنّ الوضع أكثر تعقيداً ممّا كان يظنّ «مالثوس». فالعدد السكانيّ ازداد بالفعل، ولكن بمواكبة الانتاج الغذائيّ. ومع زيادة النموّ السكانيّ في أوروبا خلال القرن التاسع عشر، هاجر ملايين الأوروبيّين إلى القارّة الأميركيّة، التي قدمت في حينها الأراضي الزراعيّة الجديدة والواسعة.

واليوم، ربّما ينام حوالى ٥٨٠ **مليوناً** من سكّان الأرض وهم جياع. يجوع الملايين كلّ عام، ويقاسي ملايين الأطفال من التلف الدماغيّ بسبب نقص التغذية، ويموت الملايين نتيجة الأمراض الناشئة عن الجوع. ولكن، هل يصحّ الاستنتاج أنّ المأساة ناشئة عن التضخّم السكانيّ للمناطق المعنيّة؟ ليس بالضبط. فإلى جانب الحجم السكّانيّ، توجد عدّة عوامل يمكنها التأثير على الموارد الغذائيّة. ويؤكّد العدد الكبير من علماء المجتمع أنّه في ما يخصّ الكثافة السكّانيّة يوجد عالمان مختلفان.

ربّما يعيش نصف سكّان الكرة الأرضيّة في دول متقدّمة أو شبه متقدّمة، يحافظون فيها على نسب معتدلة أو منخفضة للولادات الطبيعيّة. هذه الدول بلغت، على الأرجح، المرحلة الديموغرافيّة الإنتقاليّة الثالثة، التي ترتفع خلالها الايرادات والانتاج الغذائيّ والمستوى المعيشيّ العامّ بشكل مستمرّ. وحيث يسير التقدّم، جنباً إلى جنب، مع التغيير الديموغرافيّ. ولكن، في القسم الأكبر من العالم الثاني، الذي ترتفع فيه الولادات الطبيعيّة، يحصل العكس. ففي



معظم الدول النامية، والمعتبرة حالياً من الدول الفقيرة، ينخفض إنتاج الحبوب وتتدنّى المداخيل مقابل ارتفاع عدد السكّان.

في عصر مالثوس، ربّما تمّ الاعتقاد ببساطة أنّ التضخّم السكّانيّ هو تفوّق عدد السكّان على كميّة المخزون الغذائيّ. أمّا اليوم، فينظر علماء المجتمع إلى مشاكل الكثافة السكّانيّة من منظار البيئة المعيشيّة ككلّ، وبنوع خاصّ الموارد الطبيعيّة.

فالأرض، مثلاً، مورد غذائيّ. ولدى ازدياد عدد السكّان في الماضي، كانت تُقطع الغابات لإضافة المزارع الجديدة. لكنّ الوضع تغيّر اليوم، وأصبح نقص الأراضي الزراعيّة يتسبّب بتفاقم المشاكل الاجتماعيّة في الكثير من دول العالم. فبنجلادش مثلاً، الدولة الأكثر فقراً في العالم، تملك تربة خصبة، لكنّ أراضيها لا تكفي لاستيعاب عدد سكّانها المتضخّم، ثم إنّ الملايين من سكّانها الريفيّين هم من الفقر بحيث لا يتمكّنون من شراء الأراضي. كما إنّ معظمهم بدون عمل لعدم توفّر الفرص.

حتى مالكو الأراضي في بنجلادش يواجهون تهديداً من نوع آخر، وهو انجراف التربة الناتج عن الفيضانات والنموّ السكّانيّ المتسارع.

فخلال فصول الأمطار الموسميّة، تفيض أنهار الجانج وبراهمابوترا وغيرها من الأنهار، جارفةً معها أحمالاً من الطمي. وفي كلّ عام، ومهما تفاوتت كمّيات المطر، تغمر المياه المزيد من أراضي بنجلادش المنخفضة.

وتبدأ المشكلة في المناطق الجبليّة حيث تنبع الأنهار. ففي منحدرات جبال الهيمالايا، أدّى النموّ السكّانيّ المتسارع إلى تفريغ الأرض من الأشجار من أجل حطب الوقود. وبدون الأشجار، التي تثبّت التربة، لا يتمكّن المطر من النفاد الى الأرض، بل ينحدر نحو السفح جارفاً معه الأطنان من التربة.

وفي تانزانيا وأثيوبيا، وغيرهما من الدول الأفريقيّة، يؤثّر النموّ السكّانيّ السريع بشكل مأسويّ على المحيط البيئيّ. فحاجة الناس إلى حطب الوقود أدّت إلى إفراغ الغابات على نطاق واسع، معرّضة تربتها القيّمة لقوى التعرية كالرياح والمياه التي تجرفها إلى البعيد؛ وفي منطقة الساحل في أفريقيا تتسبّب الزراعة المتواصلة، وقطع الغابات والافراط في تسييم الماشية، بإتلاف التربة. وينتج عن ذلك، كلّ عام، بقع واسعة من الأراضي المتحوّلة إلى صحاري غير منتجة. ويعتقد علماء المجتمع أنّ البيئة الطبيعيّة في الكثير من دول غرب أفريقيا أصبحت عاجزة عن إعالة عدد سكّانها المتزايد.

وتسهم الضغوط السكّانيّة في المشاكل البيئيّة، والتي تشمل بأضرارها الكرة الأرضيّة بكاملها. فتلوّث الهواء، مثلاً، مشكلة يتقاسمها العدد المتزايد للمدن. فمع ملايين البشر التي تعجّ بهم المدن والضواحي، يتضاعف تأثير نفّاثات السيّارات والمصانع، وينتج عنها الهواء الهزيل النوعيّة والدخان الضبابيّ، وفي الكثير من الأحيان الأمطار الحمضيّة.

ويكافح بعض المناطق التي تعاني الكثافة السكّانية كلوس انجيلوس في ولاية كاليفورنيا وأثينا في اليونان، للتعامل مع الأزمات البيئيّة المماثلة والمتفاقمة بسبب تكاثر السكّان في المدن.

ويؤثّر النموّ السكّانيّ، بشكل رئيسيّ، على بيئة الانسان الاجتماعيّة؛ فعندما يتسارع النموّ السكّانيّ، تواجه الحكومات المزيد من الصعوبات في تزويد شعوبها بمعطيات الصحّة العامة وغيرها من الخدمات الاجتماعيّة، فيتعذّر بناء المدارس أو دفع تكاليفها بالسرعة اللازمة لجميع طلّاب العلم. كما يتعذّر تأمين فرص العمل بالسرعة المطلوبة لتوظيف عدد الشباب المتصاعد. وفي إطار هذه الخلفيّة من الازدحام والبؤس، يهدّد الصراع الاجتماعيّ بالانفجار.

الأزمات الديموغرافية

يعتقد الخبراء أنّه، في حال عدم حصول ثورة تقنيّة جديدة، سيجوع المزيد من البشر، وستنهار مجتمعات بكاملها. بهذا، يترتّب على الدول المتقدّمة أن تلعب دوراً هامّاً بمساعدتها الدول التي تعاني سرعة النموّ السكّانيّ، على تطوير أنواع جديدة من الغلال، إلى جانب الكشف عن الموارد الطبيعيّة كالمعادن والوقود الأحفوريّة والطعام البحريّ.

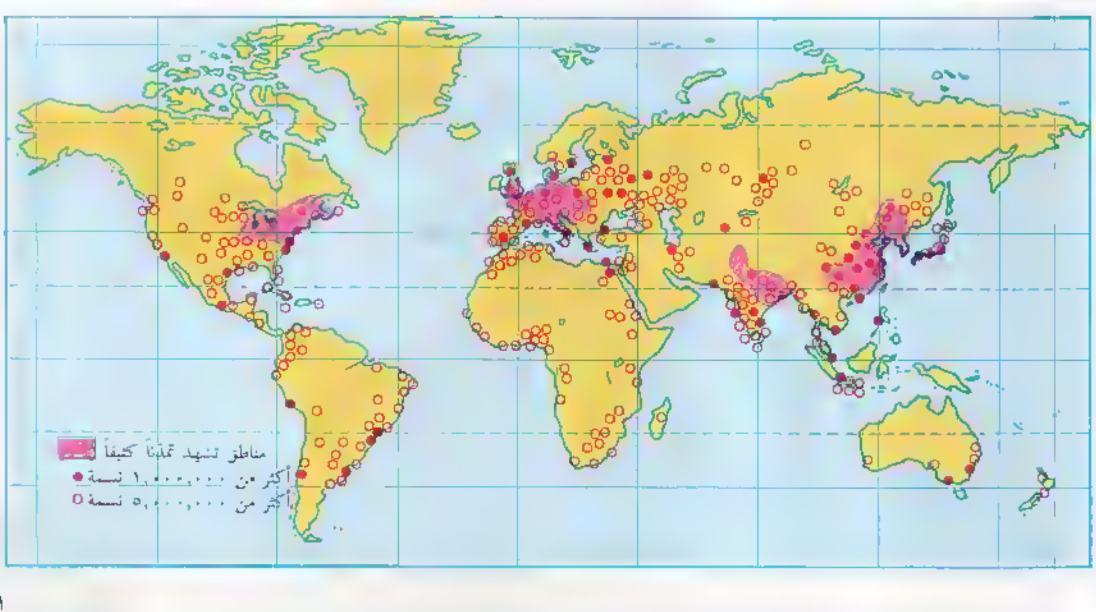
كما يتوجّب على الدول المتقدّمة أن تُدخل في اعتبارها أزمات الشعوب الفقيرة لدى اتخاذها القرارات الاقتصاديّة؛ كذلك بإمكانها تقديم العون والمساعدة في عدد من المناطق الهادفة من خلال سياستها أو قوانينها الى التأثير على النموّ السكّانيّ والعلم والعناية الصحيّة، رغم أنّ التقاليد المحليّة والعوامل الأخرى تؤثّر على حجم العائلة، مهما حاولت الحكومات.

ويوافق الخبراء على عدم وجود الحلول السهلة للأزمات الديموغرافيّة. وإنّه ربما فات الأوان بالنسبة لبعض الدول لتفادي الكارثة. ولكن بالنسبة للديموغرافيّين، هنالك شيء محتّم وهو أنّ النموّ السكّانيّ سيظلّ منفجراً لعدّة عقود في أجزاء كثيرة من العالم.



المملكة العربية السعودية: **يزور مكّة المكرّمة بقصد الحجّ مئات الآلاف من الحجّاج سنوياً. وهنا مشهد للمصلّين في الكعبة المشرّفة.**

المناطق المدينيّة الكبرى





بالمانوڤا (في الأعلى): **يكشف هذا المشهد الجويّ التصميم المضلّع المميّز لپالمانوڤا، مركز فريولي الذي بناه البندقيون بشكل مدينة محصّنة في نهاية القرن الخامس عشر. ولا تزال أسوار المدينة وخنادقها قائمة إلى اليوم بشكلها الأصليّ.**



المدينة العائمة في هونج كونج: **إنّ ضيق المكان على اليابسة والفقر المقذع، قد أفضيا، بالقرب من عدد من مدن شرق آسيا (مثل هونج كونج وسنغافورة وبانجكوك)، إلى نشوء مدن حقيقيّة عائمة على الماء، حلّت فيها المراكب محلّ المنازل.**

مشاكل المدن

على رغم أنّ المدن نشأت منذ قرون عدّة، فإنّ المشاكل المتأتية عن العيش في تجمّعات مدينيّة ضخمة لم تظهر إلّا منذ زمن قريب. ترتدي الحياة المدينيّة مزايا كثيرة بالنسبة إلى الحياة الريفيّة (أجور أفضل، مجالات كثيرة للتسلية ومقابلة الناس، عدد كبير من الخدمات التي يمكن الإستفادة منها)، إلّا أنّ هناك أيضاً مساوىء عدّة ترتبط بمدن المناطق المتطوّرة صناعياً واقتصادياً وبتلك الواقعة في المناطق النامية.

تتمثّل هذه المساوىء في الضجّة والتلوّث وازدحام السير وارتفاع كلفة المعيشة والدفق المتواصل من الناس القادمين من الريف الذين يجدون بصعوبة، تزيد يوماً بعد يوم، عملاً يعتاشون منه والذين يضطرون إلى السكن في ضواحي المدينة، في بيوت تفتقر في معظم الأحيان إلى أدنى مستلزمات الراحة.

طوكيو، أقصى مدينة إلى الشرق في آسيا: **تبيّن الصورة الوسط التجاريّ وشوارع جينزا (في قلب طوكيو) التي تعجّ بسير كثيف وسريع.**



التجوّل في شوارع برشلونة (في الأسفل): **إن الحشد الكثيف الذي يتمشّى في الجادّات، حيث تقع الحانات والمتاجر (في برشلونة، تدعى هذه الجادّات Ramblas)، يشكل ربما إحدى أكثر المميّزات النموذجيّة لطريقة العيش الحديثة.**



العِرْق

يُستعمل مفهوم العِرْق لتقسيم جنس Homo Sapiens إلى عدّة مجموعات، يُعتقد عموماً أنّها تشترك في عدد مختار من الخواصّ المحدَّدة جينيّاً.

تاريخ مفهوم «العِرْق»

كان «العِرْق»، ولا يزال، سبباً لسوء التفاهم والعذابات البشريّة، أكثر من أيّ شيء آخر يمكن تعريفه بكلمة واحدة في أيّ لغة من لغات العالم. ويفترض السواد الأعظم من الناس المتعلّمين في العالم اليوم، أنّ هناك نوعاً من الحقيقة البيولوجيّة تتوافق مع المعنى المقصود عند استعمال كلمة «عِرْق». ويشارك في هذا الافتراض الكثير من علماء الأحياء والأنثروبولوجيّين الذين يعتبرون أنفسهم مؤهّلين علميّاً للتعليق على مفهوم العرق، إلّا أنّ هناك أسباباً بيولوجيّة جوهريّة تنفي وجود أيّ كيان كامل وصحيح قد تعبّر عنه كلمة عِرْق. والحقيقة هي أنّ «العِرق» هو مُنشأ إجتماعيّ ناتج بشكل رئيسيّ عن مُدْرَكات مشروطة بأحداث التاريخ المدوَّن، وليس له أيّ أساس بيولوجيّ صحيح. ويبيّن تاريخ نشأة مفهوم العرق وتطوّره هذا الواقع بوضوح.

ومن الجدير بالذكر أنّ أدب العصر الكلاسيكيّ القديم لا يتضمّن مفهوم العرق، أو تعبيراً قد يُفسَّر على أنّه يمثّل هذا المفهوم. ولا نجد هذا المفهوم أيضاً في الكتابات الأقدم عهداً الموضوعة في وادي النيل، حتّى وإن كانت الحضارة المصريّة تُستعمل إلى اليوم لدعم وجهة نظر أو أخرى تعتبر مفهوم العرق حقيقة محسوسة. ومن البديهيّ أنّ المصريّين قد عرفوا طبيعة الشعوب ومظهرهم، من سواحل المتوسّط إلى خطّ الاستواء، لكن لم يخطر لهم قطّ أن يصنّفوا هذه الشعوب وفقاً لـ «أعراقها». ولم يستعمل هيرودوتس (٤٨٣ – ٤٢٥ ق.م.)، «أبو التاريخ»، كلمة عرق أو مفهوم العرق في وصفه الشعوب التي التقاها في رحلته التي صعد خلالها في مجرى النيل. ويستعمل بعض ترجمات كتابه «التاريخ» كلمةَ عرق، لكنّها الكلمة التي اختارها المترجم لتفسير كلمة «شعب» الواردة في النصّ اليونانيّ الأصليّ.

القرائن التاريخيّة

كان الناس في العصور الكلاسيكيّة والقروسطيّة[1] مدركين تماماً وجود الاختلافات في المظهر بين البشر، لكنّهم لم يحدّدوها قطّ باستعمال فئات مستقلّة. ولكن مع عصر النهضة وحركة التنوير الفلسفيّة، بدأ مفهوم العرق يظهر.

النظرة القروسطيّة

عندما كتب الرحّالة البندقيّ ماركو بولو حول السنين التي قضاها في الصين وحول رحلاته في سري لانكا والهند، لم يستعمل قطّ كلمة عرق ولا حتّى مفهوم العرق. وقد تبع الجغرافيّ العربيّ الشهير إبن بطّوطة خطّ رحلة ماركو بولو، لكنّه تعدّاه إلى أماكن عدّة أخرى، مثل أفريقيا الغربيّة والشرقيّة جنوب الصحراء الكبرى. وعندما اعتزل ابن بطّوطة حياة الترحال، واستقرّ في فاس في المغرب لكتابة مذكّراته، لم يستعمل قطّ مفهوم العرق أو أيّ تعبير قد يمثّله أو يرمز إليه. ومن جهة أخرى، لم يتردّد ماركو بولو أو إبن بطّوطة في وصف الشعوب ذات البشرة الداكنة، بالسود.

والسبب في عدم استعمال الرحّالة والكتّاب الذين سبقوا عصر النهضة أيّ تعبير أو مفهوم يقارب مفهوم العرق، يعود إلى الطريقة التي اكتسبوا بها نظرتهم إلى العالم وإدراكهم إيّاه. فقد قاموا بمعظم رحلاتهم عن طريق البرّ، سيراً على الأقدام أو على ظهر الخيل أو الجمال. وعندما يتنقّل المرء في أنحاء العالم على هذا النحو، يكون إحساسه بالاختلاف البشريّ إحساساً غير ملموس، إذ يتداخل شعب بشعب آخر تدريجيّاً من دون وجود لحدود واضحة بين الشعوب المختلفة. ولا يمكن للمسافر أن يلاحظ وجود أيّ اختلاف بيولوجيّ حقيقيّ لعدّة أيّام من السفر في أيّ اتّجاه كان، وعندما يدرك أخيراً وجود اختلاف لا يفكّر به بطريقة تصنيفيّة. وحتّى عند قطع بعض المسافات خلال الرحلة بطريق البحر، نادراً ما كانت اليابسة بمنأى عن أنظار هؤلاء الرحّالة لأكثر من يوم واحد، وكانت الرحلة تجري عادة على طول السواحل من مرفأ إلى آخر. ويكون إدراك الاختلاف البشريّ، في هذه الحالة أيضاً، متدرّجاً ومن دون حدود ملموسة كما في حالة السفر بالبرّ.

كان عالم الطبيعيّات السويديّ كارل ڤون لينيه Carl Von Linné، المعروف بالشكل اللاتينيّ لاسمه، كارولوس لينوس Carolus Linnaeus، أشهر المصنّفين في حركة التنوير الفلسفيّة. وفي كتابه «النظام الطبيعيّ» Systema Naturae، استعمل الفئات التي وضعها علماء المنطق القروسطيّون – الطائفة، الرتبة، الجنس، النوع – وطبّقها على عالم الطبيعة وجعلها في نظام تراتبيّ. وأقرّ لينوس أيضاً الدمج القروسطيّ في المنطق الأرسطوطاليسيّ، حيث رُتّبت الفئات المذكورة وفقاً لمقياس تناقص قيمتها – المقياس الطبيعيّ Scala Naturae – من كمال الله المفروض في القمّة إلى المادّة اللّاحيّة في القاع. وفي الطبعة العاشرة لـ «نظام الطبيعة»، أعطيت الكائنات البشريّة اسماً يجمع بين الجنس والنوع هو Homo Sapiens، ولا يزال العلماء والدارسون والجمهور يستعملون هذا الإسم الرسميّ إلى اليوم.

وقسّم أيضاً لينوس النوع البشريّ بطريقة ارتجاليّة إلى أربع فئات إقليميّة تتطابق بشكل عامّ مع أقسام العالم الأربعة: Homo Sapiens Afer (الانسان الأفريقيّ)، وH. Sapiens Americanus (الانسان الأميركيّ الأصليّ)، وH. Sapiens Asiaticus (الانسان الآسيويّ)، وH. Sapiens Europaeus (الانسان الأوروبيّ). وقد ألصق بكلّ فئة أحد الأخلاط (خصائص المزاج) المأخوذة من نظام الطبيب اليونانيّ الرومانيّ جالينوس Galen: الصفراويّ والغضوب والسوداويّ والدمويّ على التوالي. لم يكن لينوس أوّل مَن اقترح تسميات إقليميّة أو مناطقيّة للاختلافات في الجنس البشريّ، لكنّ نظامه يُعتبر، عموماً، كنقطة الانطلاق لجميع الأنظمة اللاحقة للتصنيف العرقيّ.

في نظام لينوس ونظام يوهان فريدريش بلومنباخ Johann Friedrich Blumenbach


كينيا: من قبيلة الماساي


كينيا: من قبيلة الماساي


أسود أميركيّ


جنديّ أردنيّ


إيرلاندا: رجل من منطقة الهاي لاندز


إنجلترا: رجل إنجليزيّ


مصريّ مع جمله


بيليز: رجل من عامّة الشعب

(١) القروسطيّ: المتعلّق بالقرون الوسطى.

(الأكثر تأثيراً بين العلماء الأوروبيّين الذين خلفوا لينوس)، يُفترض أنّ الفئات التي ينقسم إليها الجنس البشريّ، قد ظهرت بعد تحدّر البشر من آدم وحوّاء في جنّة عدن. ولم تكن كلمة «عِرق» تُطلق عموماً على الممثّلين الإقليميّين المذكورين للجنس البشريّ. وقد فضّل بلومنباخ عبارة «ضَرْب»، واخترع بعض الأسماء التي بقيت في المفردات الشعبيّة إلى يومنا الحاضر. ونشر بلومنباخ أطروحته التي قدّمها لنيل درجة الدكتوراه De Generis Humani Varietate Natiua «حول الضروب الطبيعيّة للجنس البشريّ»، والمعروفة خصوصاً في طبعتها الثالثة المنشورة سنة ١٧٩٥.

إفترض بلومنباخ أنّ أصل الإنسان يعود إلى مكان ما في الشرق الأوسط. وقَبِل بفكرة أنّ جميع الشعوب اللاحقة تحدّرت من أبناء نوح، الذين خرجوا من السفينة فوق جبل أرارات. وبما أنّ هذه المنطقة هي جزء من القوقاز، قرّر بلومنباخ استعمال عبارة «قوقازي» للمتحدّرين المباشرين من أبناء نوح وللشعوب التي لم تبتعد كثيراً، سواء كان ذلك من حيث الموقع أو المظهر، عن أسلافهم. واستعمل بلومنباخ أيضاً عبارة «أثيوبي» للإشارة إلى سكّان أفريقيا. ونظراً إلى ازدياد معرفة الأوروبيين بالاختلاف البشريّ في الشرق الأقصى، وجد بلومنباخ أنّه من الضروري تقسيم الفئة الآسيويّة في نظام لينوس إلى فئة «مغوليّة» وأخرى «ماليزيّة»؛ وتنتمي إلى الفئة الثانية الشعوب التي تسكن جنوب شرق آسيا وأندونيسيا والجزر التي تنتشر حتّى بولينيزيا. وكان الضرب «الأميركيّ» خامس وآخر ضرب في نظام بلومنباخ، كما في نظام لينوس من قبله. وكانت هذه الضروب من البشر مصنّفة ضمنيّاً في مراتب، على مقياس متناسب.

الاختلافات الجينيّة بين المجموعات

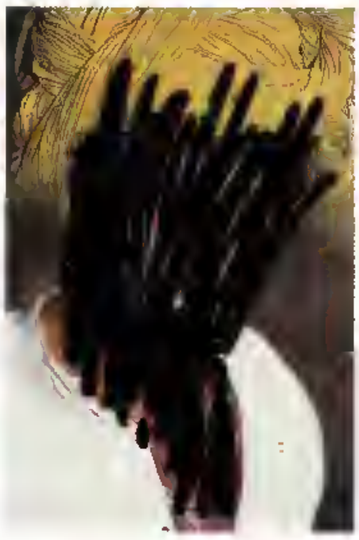
يمكن اعتماد الجينات عينها التي تسبّب الاختلافات بين الأفراد لإجراء مقارنة بين الشعوب المختلفة، وذلك على مستويَين من التجمّع الجغرافيّ. هناك: أوّلاً، المجموعات السكّانيّة المحليّة التي تتميّز بلغة وثقافة مشتركتين، وتشغل عادةً منطقةً محدودة. في حالات خاصّة مثل الغجر، يمكن أن تندمج هذه المجموعة جسديّاً مع مجموعات أخرى، لكنّ الخاصّة الأساسيّة في هذه الحالة هي أنّ أفراد تلك المجموعة يختارون شركاءهم، إلى حدّ بعيد، من المجموعة نفسها. ويمكن أن نجد مثل هذه المجموعات حيث يسود زواج الأقارب ضمن بلد واحد، كما يحدث مثلاً بالنسبة للإيطاليين الشماليّين والإيطاليّين الجنوبيّين. ثانياً، هناك تجمّعات جغرافيّة كبيرة لمثل هذه المجموعات السكّانيّة المحليّة، وهي ما يُعرف اصطلاحاً بـ«الأعراق» البشريّة. ويتوقّف، بالطبع، مدى الاختلاف الجينيّ بين «الأعراق» على كيفيّة تحديد هذه المجموعات. ويكون، عادةً، عدد هذه «الأعراق» وتقسيمها إلى فئات أصغر أمراً كيفيّاً تماماً. ويتراوح عدد الفئات العرقيّة التي يقرّها الأنثروبولوجيّون المختلفون، بين ٦ و٨٠ فئة أو عرقاً. فاستناداً إلى الشكل الخارجيّ، لا يمكن أن يخلط المرء بين أحد سكّان بابوا (غينيا الجديدة) الأصليين وهنديّ من أميركا الجنوبيّة، ولكن لا يستطيع أحد أن يعطي أيضاً معياراً موضوعيّاً لاختيار المكان حيث يجب رسم خطّ فاصل في المساحة الجغرافيّة المتّصلة بين هنود أميركا الجنوبيّة والبابوازيّين، مروراً بالبولينيزيّين والميكرونيزيّين والميلانيزيّين. وفي خيار بديل، يمكن جمع المعطيات الجينيّة وإجراء تحليل إحصائيّ مجموعيّ لإيجاد المجموعات التي تتجمّع معاً بصرف النظر عن القرب الجغرافيّ. لكنّ هذه التحاليل تعطي لسوء الحظّ عدّة مستويات من التجمّع الترتيبيّ التدرّجيّ، ويبقى من الضروريّ اتخاذ قرار كيفيّ حول المستوى الذي يجب وضع «العرق» فيه. وحتّى وإنْ اعتمد المرء الموقف التاريخيّ التقليديّ، وقسّم العالم إلى قوقازيّين وأفريقيّين سود ومغوليّين وآسيويّين جنوبيّين أصليّين وأميركيّين أصليّين وأوقيانيّين وأستراليين أصليين، يبقى السؤال ما إذا كانت الاختلافات «العرقيّة» في لون البشرة وشكل الشعر وشكل الوجه والقامة والمجموعة اللغويّة، التي تميّز بوضوح عرقاً من آخر، هي اختلافات نموذجيّة ناتجة عن تغيير جينيّ معروف.

والحقيقة هي أنّ مدى الاختلاف الجينيّ بين «الأعراق» الرئيسيّة هو أقلّ بكثير ممّا قد تدلّ عليه المظاهر الخارجيّة. ليس هناك أيّ اختلاف عرقيّ على الاطلاق في الـ ٧٥٪ من جميع الجينات البشريّة، مع الإشارة إلى ظهور أشكال مختلفة نادرة في مناطق مختلفة.

هناك خاصّة أخيرة يجب أخذها بالاعتبار، وهي تلعب دوراً هامّاً جدّاً في بقاء الانسان، لكنّها لا تتوزّع بشكل نسبيّ أو تدرّجي أو كجزء من تجمّع محلّي: إنّه الذكاء. لا يمكن ربط الاختلاف في الذكاء بأيّة اختلافات في الثقافة أو الحضارة في العالم اليوم، إذ إنّ لا ثقافة أو طريقة حياة معروفة في الوقت الحاضر ترقى إلى أكثر من بضعة آلاف سنة، ويحتاج الأمر لوقت أطول بكثير لكي يتمكّن الانتقاء الطبيعيّ من تغيير خاصّة متعدّدة الجينات بمثل تعقيد الذكاء. ومن جهة أخرى، كانت جميع المجموعات السكّانية البشريّة القديمة تعيش الحياة نفسها تقريباً، ولم يتغيّر الوضع إلاّ منذ حوالى ١٠,٠٠٠ سنة.

تعزّزت فرص بقاء الجنس البشريّ خلال ١,٥ مليون سنة الأخيرة بفضل تطوّر القدرة على الكلام، التي كان لها القيمة والفائدة نفسهما بالنسبة لجميع البشر في جميع أنحاء العالم. وبمساعدة الكلام (اللغة)، أصبحت المعرفة المتوارثة من الأجيال السابقة – الثقافة – في متناول الأجيال المقبلة التي تستفيد هكذا من خبرة الماضي، فلا تحتاج إلى تعلّم هذه الدروس من جديد عن طريق التجربة والخطأ.

إنّ الاختبار العالميّ الشامل الوحيد المتوفّر لنا اليوم لقدرة الانسان الفكريّة، هو أنّ جميع أطفال العالم يتعلّمون النطق بلغتهم في السنّ نفسها ووفق المسار عينه في تزايد القدرة على الكلام. إنّ لجميع اللغات البشريّة الدرجة نفسها من التعقيد المفرداتيّ والنحويّ، ويحتاج تعلّم أيّ منها إلى القدرة الفكريّة عينها. ونظراً إلى أنّ شعوب الماضي قد أظهرت قدرة متساوية على تعلّم اللغة، فلا سبب يدعو إلى الاعتقاد بأنّ المتحدّرين من تلك الشعوب قد يُظهرون أيّ اختلافات في القدرة الفكريّة.


الهند: رجل من راجستان


مزارع أميركيّ

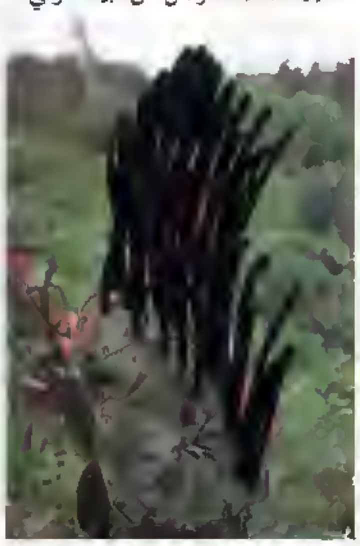

رجل من ميانمار (بورما)


الهند: رجل دين يحضّر لمراسيم زفاف


لاوس: بائع متجوّل


غينيا الجديدة: رجل من قبيلة هولي


المغرب: رجل من أرج شيتي


كامبودجيا: رجل محارب

أسباب الاختلاف الفرديّ

إنّ الحقيقة البيولوجيّة الجوهريّة بالنسبة لكل كائن حيّ، هي أنّه يتطوّر ويتغيّر بشكل متواصل منذ لحظة تكوّنه كخليّة متفردة، أو بيضة ملقّحة في حالة الكائنات المتوالدة جنسيّاً، حتى لحظة موته. يزداد الإنسان طولاً حتى نهاية فترة المراهقة، ثمّ تنكمش قامته من جديد عندما يصبح متقدّماً في السنّ، إذ أنّ جسمه يعيد امتصاص الكلسيوم من العظام. وتتغيّر الفيزيولوجيا والسلوك والحالتان العقليّة والنفسيّة بصورة مستمرّة على مدى حياة الانسان. وينتج هذا التطوّر المستمرّ عن دمج مجرى مستديم من الزاد (مادّة، طاقة...) آتٍ من العالم الخارجيّ بذات الانسان، وذلك عبر أنظمة معقّدة من السبل الكيميائيّة الأحيائيّة وبتأثير من جينات الشخص.

وبالتالي، فإنّ الاختلاف بين الأفراد ينتج عن اختلاف الأزودة البيئيّة وعن اختلاف البنية الجينيّة التي تؤثّر في هذه الأزودة. ولكن، حتّى عندما تكون الجينات والبيئات متماثلة، يختلف مجرى التطوّر بين شخص وآخر بسبب اضطرابات عشوائيّة صغيرة في توقيت الانقسام الخلويّ وحركة الخلايا. ولهذا السبب، تختلف مثلاً بصمات التوأمين المتماثلين، وتختلف أيضاً بصمات الشخص بين اليد اليمنى واليد اليسرى. وهكذا فإنّ الاختلافات الجينيّة والتغيّرات البيئيّة والحوادث («الضجّة النمائيّة») تتفاعل معاً لتوليد اختلاف أو تغيّر فرديّ.

وفي بعض التغيّرات البشريّة، يكون تأثير العوامل الداخليّة قويّاً جدّاً، حتى أنّ الاختلافات البيئيّة تصبح دون أهميّة تُذكر. وبحسب ما نعرفه اليوم في مجال البيولوجيا الجزيئيّة، فإنّ سلسلة الحموض الأمينيّة لمعظم البروتينات (ولكن ليس كلّها) تتحدّد وفقاً لسلسلة الـ«دنا» DNA (حمض الديوكسي ريبونوكليك Deoxyribonucleic Acid) وحدها، ولا تتأثّر بالبيئة. ولا يتأثّر أيضاً بعض سمات شكل الجسم، مثل شكل الأذن، بالبيئة، ولكن يجب أن يكون المرء حذراً جدّاً، حتى على هذا الصعيد. يمكن أن تؤدّي الممارسات الثقافيّة إلى تغيير شكل الأنف والشفة والأذن والرأس؛ والكثير من الثقافات يغيّرها عمداً. وفي الطرف الآخر، نجد اختلافات بين البشر لا يلعب فيها التغيّر الجينيّ أيّ دور يُذكر. فعلى سبيل المثال، استوطن أميركا الشماليّة مهاجرون ينتسبون إلى مجموعات لغويّة شديدة التباعد؛ وعلى رغم التباين الكبير بين فونيمات (المخارج الصوتيّة) اللغات المختلفة، فقد تمكّن المتحدّرون من هؤلاء المهاجرين من تكلّم الانجليزيّة الشمالأميركيّة من دون لهجة غريبة، ما يدلّ على أنّ الاختلافات اللغويّة الأصليّة ليست جينيّة. وبحسب معرفتنا الحاليّة، يستطيع جميع الناس الذين يتمتّعون ببنية جسديّة طبيعيّة، النطق بأيّة لغة من لغات العالم بالسهولة عينها، شرط أن يبدأوا بتعلّم اللغة في سنّ مبكرة. ويقع معظم الخواصّ البشريّة في مكان ما، بين البنية البروتينيّة التي تحدّدها الجينات بشكل كامل واللغة التي تحدّدها الثقافة بشكل كامل؛ وتتأثّر هذه الخواصّ بالتفاعل بين المتغيّرات الجينيّة والبيئيّة. ولم يتمكّن



الأردن: بدويّ من وادي الرم



إنجلترا: إنجليزيّ يرتدي القبعة التقليديّة



بائع من شمال پاكستان



الهند: بائع الزعفران في كاشمير



الهند: رجل دين من قبيلة سادو



فيجي: بائع زهور



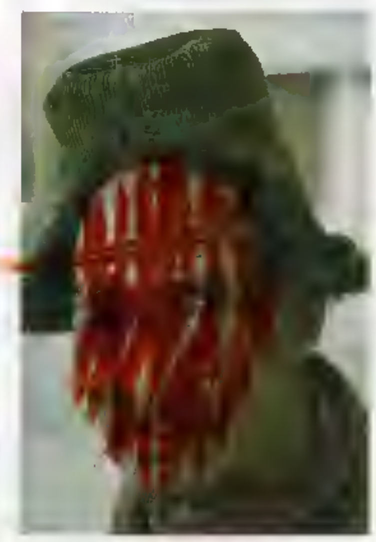
روسيا: رجل من سيبيريا



أميركيّ أسود يقدّم أغانيه



اليابان: رجل دين



رجل من الهند الشماليّة



اليمن: رجل يمني من بيت الفقير



هونج كونج: ممثّل مسرحي

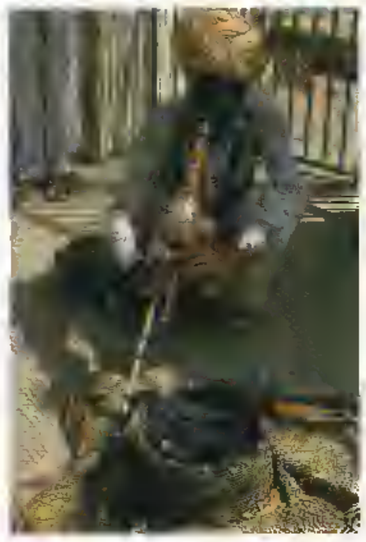
العلماء إلى اليوم من تحديد تفاصيل القاعدة الجينيّة لهذه الخصائص، سوى أنّ الجينات تلعب دوراً معيناً في تشكيلها. وتنشأ صعوبة التحليل من عنصرين أساسيين في منهجيّة علم الوراثة.

أوّلاً، تستعمل دراسة القاعدة الجينيّة لخاصّة معيّنة، التشابهات بين الأفراد المتصلين بيولوجيّاً ببعضهم البعض كعامل أساسي. ولم يطرأ أيّ تغيير يُذكر على طريقة «جريجور مندل»، الذي استنتج طبيعة وراثة لون حبّات البيسلّى (البازلا) وشكلها من التشابهات والاختلافات بين الوالدين ونسلهما، وبين النسل في العائلة الواحدة.

والمشكلة التي يواجهها الباحثون في الوراثة عند الإنسان هي أنّ التشابهات بين الأنسباء تنشأ من مصدرين مختلفين، جينيّ وبيئيّ، وليس من الممكن عموماً فصل أسباب التشابه هذه. في الولايات المتحدة، هناك علاقة متبادلة وثيقة جداً بين الوالدين والأولاد في ما يتعلّق بالانتماءين السياسيّ الحزبيّ والدينيّ، ولكن لا أحد يفكّر حتّى في الإشارة إلى أنّ ذلك يثبت وجود جين للانتماء إلى الحزب الجمهوريّ أو المذهب الميثوديّ. وقد ركّز الكثير من الأبحاث، في مجال الوراثة، عند الانسان على الحالات الخاصّة، التي يُقال إنّها تفصل بين التشابهات البيئيّة والتشابهات الجينيّة. فعلى سبيل المثال، إنّ مقارنة الأولاد الذين تمّ تبنّيهم مع والديهم البيولوجيين ووالديهم بالتبنّي، تستطيع، مبدئيّاً، إظهار تأثيرات التشابه الجينيّ، إذ أنّه إذا تمّ تبنّي الأولاد في سنّ مبكرة جداً فأيّ علاقة متبادلة مع والديهم البيولوجيّين تكون ناشئة من علاقتهم الجينيّة.

ولكن، لكي تنجح هذه الطريقة، يجب ألّا يكون هناك أيّة علاقة متبادلة بين الوالدين البيولوجيين والوالدين بالتبنّي، أو أيّ تأثير بيئيّ من قبل الوالدين البيولوجيّين على الأولاد الذين تمّ تبنّيهم. وبالتالي، فإنّه لا يمكن استعمال هذه الطريقة لتحديد الاختلافات الجينيّة بين السود والبيض، لأنّ التبنّي المختلط بين الأعراق أمر نادر جداً؛ وحتّى عندما يحدث، يكون للون بشرة الطفل تأثير عميق على بيئته الاجتماعيّة. ونجد شكلاً آخر من المعطيات في المقارنة بين توأمين متماثلين، لهما جينات متماثلة، وتوأمين من بيضتين مختلفتين ولكن من الجنس نفسه، ولا يكون هذان التوأمان الأخيران متماثلين جينيّاً أكثر من أيّ شقيقين أو شقيقتين غير توأمين. لكنّ هذه الطريقة تعاني عيباً محتوماً يتمثّل في أنّ التوأمين المتماثلين يُعاملان دائماً تقريباً من قِبَل أفراد العائلة والأصدقاء بشكل مماثل، أكثر ممّا يُعامَل التوأمان غير المتماثلين. ويتبع التوأمان المتماثلان قاعدة ثقافيّة للسلوك تعزز نفسها بنفسها، فإنّهما يلبسان ويتصرّفان بشكل متشابه إلى أقصى حدّ ممكن؛ وتُعقد أيضاً، على الصعيد القومي، مؤتمراتٌ للتوائم يتبارى فيها التوائم المتماثلون لاظهار تشابههم الخارجيّ.

وتكمن الصعوبة الثانية في المنهجيّة الجينيّة، في أنّه إذا تأثّرت الخواصّ بأكثر من جين واحد، فلن تتوافق أنماط شكل الوالدين والأولاد مع التوقّعات «المندليّة» البسيطة، حتّى عندما تكون الحساسيّة للبيئة ضعيفة. أضف إلى أنّه لا يمكن تعيين موقع الجينات بالطرق الجينيّة.

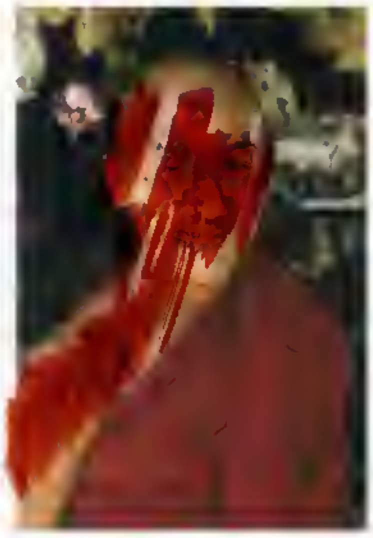

الهند: مروّض الثعابين


غانا: زعيم القبيلة


كندا: حفلة راقصة للسكّان الأصليّين


بنجلادش: بائع متجوّل


بائع من بنجلادش


ميانمار (بورما): رجل دين


أفغانستان: بائع الطيور


جامايكا: ساقٍ في مقهى


كوبا: عامل في مصنع السيجار


رجل كنديّ


تايلاندا: رجل دين في معبد بوذيّ


رجل من باكستان

برغم الادعاءات الواردة في الكتب القديمة التي تبحث في علم الوراثة البشريّة، فإنّنا لا نعرف شيئاً حول التركيب الوراثيّ للون بشرة الانسان، باستثناء أنّ الاختلافات الجينيّة تلعب دوراً أساسيّاً في تحديد الاختلافات في لون البشرة. ولا نعرف أيضاً عدد الجينات التي تؤثّر في لون البشرة، أو ما إذا كانت الجينات التي تخلق الفرق بين الأفريقيّين والأوروبيّين هي نفسها التي تحدّد الفرق بين الأوروبيّين الشماليّين والجنوبيّين.

لا تحتوي التصنيفات «العرقيّة» البشريّة سوى على القليل فقط من المعلومات الجينيّة، وهي غير صحيحة على الاطلاق من الوجهة البيولوجيّة، لذا وجب إسقاطها.

العلم وطبيعة الاختلافات البيولوجيّة عند الانسان

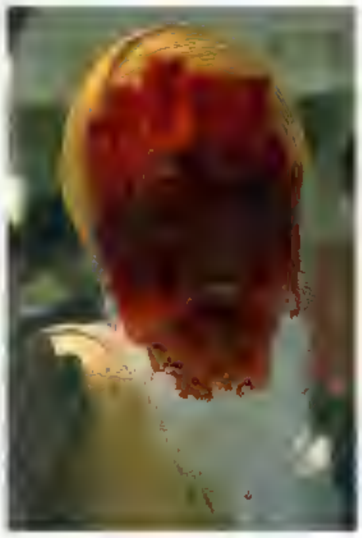
ترتبط أيضاً الأحجام النسبيّة لجسم الانسان بقوى الانتقاء البيئيّة. فالناس الذين يعيشون منذ أمد بعيد في المناطق الحارّة يشهدون استطالة في الأجزاء الطرفيّة من الذراعين والساقين، ما يزيد من قدرتهم على تبديد الحرارة التي تتراكم تدريجيّاً عند القيام بأيّ مجهود بدنيّ في المناخات الحارّة. وبما أنّ الحرارة البيئيّة تنتج عن أشعّة الشمس التي تولّد أيضاً الاشعاع فوق البنفسجيّ، نجد علاقة متبادلة بين توزيع درجة اصطباغ البشرة ودرجة استطالة الجزء الأقصى من الأطراف، ولكنّ السبب في ذلك يعود إلى أنّ قوى الانتقاء التي تتحكّم بتوزيعها تنشأ عن المصدر نفسه.

ويرتبط علوّ الأنف وطوله بضرورة ترطيب الهواء أثناء الشهيق إلى المستوى اللازم، لكي يحدث تبادل الأكسجين وثاني أكسيد الكربون في الرئتين. وقد عمل الانتقاء الطبيعيّ لصالح الأنف الطويل والعالي بالنسبة لسكّان المناطق ذات المناخ الجافّ، إلّا أنّ انخفاض نسبة الرطوبة في الهواء لا يقتصر على المناطق الجافّة والحارّة. فالهواء البارد أيضاً يحتوي على نسبة منخفضة من الرطوبة، لذا فإنّ شكل أنف السكّان الذين يقطنون، منذ أمد بعيد، المناطق الشماليّة القريبة من القطب، مشابه لشكل أنف سكّان المناطق الصحراويّة الجافّة والحارّة.

وفي ما يتعلّق بالخواصّ التي تعزّز بقاء الانسان، يتحدّد التوزيع التدرّجيّ لظهورها وفقاً لتوزيع وشدّة القوى الانتقائيّة التي تستجيب لها هذه الخواصّ؛ والقوى الإنتقائيّة لا تتحدّد وفقاً للحدود الجغرافيّة أو السكّانيّة. ونجد أنّ الأشكال المرتبطة بالحدود الجغرافيّة والسكّانيّة ليس لها أيّ قيمة في تعزيز بقاء الانسان. إنّ العامل الوحيد الذي يتحكّم بهذه الأشكال المحليّة هو المتصليّة الجينيّة ضمن منطقة معيّنة. يرتبط شكل فتحة العين والأذن وخطوط محيط الجمجمة وغيرها من الخواصّ المماثلة إلى حدّ ما، بالمنطقة التي تعيش فيها المجموعة السكّانيّة؛ وهو أمر يدركه تماماً المدافعون عن مفهوم العرق التقليديّ. ولكن، بما أنّ الاختلاف في هذه الخواصّ لا يرتبط باختلاف في القدرة على الرؤية أو السمع، أو أيّ شيء آخر، فإنّ هذه الاختلافات تبقى في المجموعات السكّانيّة المحليّة بسبب الوراثة فقط، وليس لها أيّ معنى آخر على الاطلاق. إنّها مسألة تشابه عائليّ، ولكن على نطاق أوسع.


ماليزيا: بائع متجوّل من كوتاباهارو


باكستان: رجل من قبيلة جوجرانوالا


الهند: رجل دين من قبيلة سادو


رجل يونانيّ


البرازيل: رجل من ريو دي جانيرو


رجلان تركيّان


الهند: رجل الكوبرا


الهند: رجل دين من مانيران


الهند: رجل دين مسافر إلى بومباي


زيمبابوي: رجل يمسك تمساحاً


تانزانيا: محارب من قبيلة الماساي


محارب فيليبيني



مجمع ومصنع نحاس في شوكيماتا، التشيلي. ونلاحظ تصاعد الدخان من المداخن ملوّثاً الجوّ.

التلوّث البيئيّ

التلوّث البيئيّ تعبير يشير إلى جميع الطرق التي يؤذي بها النشاط الإنسانيّ البيئة الطبيعيّة. وقد شاهد معظم الناس التلوّث البيئيّ في شكل مكبّ نفايات مفتوح أو مصنع يطلق دخاناً أسود. لكنّ التلوّث يمكن أن يكون أيضاً غير مرئيّ وعديم الرائحة والطعم. فبعض أنواع التلوّث لا يوسّخ فعلياً الأرض أو الهواء أو الماء، ولكن يخفّض نوعيّة الحياة بالنسبة للإنسان والكائنات الحيّة الأخرى. فعلى سبيل المثال، يمكن اعتبار الضجّة التي يسبّبها السير والآلات، نوعاً من أنواع التلوّث.

يشكّل التلوّث البيئيّ إحدى أخطر المشاكل التي تواجه الإنسان وأشكال الحياة الأخرى في الوقت الحاضر. فالهواء الشديد التلوّث يمكن أن يضرّ بالمحاصيل ويسبّب أمراضاً تعرّض الحياة للخطر. وقد خفّض بعض ملوّثات الهواء قدرة الجوّ على صدّ الأشعّة فوق البنفسجيّة المؤذية التي تطلقها الشمس. ويقول الكثير من العلماء أنّ هذه الملوّثات وغيرها من ملوّثات الهواء قد بدأت تغيّر المناخات في جميع أنحاء العالم. ويهدّد تلوّث الماء والتربة قدرة المزارعين على إنتاج ما يكفي من الطعام. ويعرّض تلوّث المحيطات الكثير من الكائنات البحريّة لخطر الزوال.

ويعتبر الكثير من الناس تلوّثات الهواء والماء والتربة أشكالاً مختلفة من التلوّث. إلّا أنّ مكوّنات البيئة المختلفة – الهواء والماء والتربة – تعتمد الواحدة على الأخرى، وتعتمد أيضاً على النباتات والحيوانات التي تعيش في البيئة. وتؤلّف العلائق بين الكائنات الحيّة والأشياء الجامدة في بيئة معيّنة، ما يُعرف بالنظام البيئيّ. وتتّصل الأنظمة البيئيّة كافّة في العالم الواحد بالآخر. وبالتالي، فإنّ التلوّث الذي يبدو أنّه يلحق بجزء واحد فقط من البيئة، يمكن أن يؤثّر أيضاً في الأجزاء الأخرى. فعلى سبيل المثال، إنّ الدخان المتصاعد من معمل لتوليد الطاقة قد يبدو وكأنّه يؤذي الجوّ فقط؛ لكنّ المطر يمكن أن يغسل بعض الموادّ الكيميائيّة المضرّة الموجودة في الدخان، من الجوّ؛ ويحملها معه إلى الأرض أو إلى الأجسام المائيّة.

يأتي بعض أنواع التلوّث من نقطة أو مكان محدّدين، كما في حالة تصريف مياه المجارير في نهر. ويُعرف هذا النوع من التلوّث بالتلوّث النقطيّ المصدر. وتأتي أنواع أخرى من التلوّث من مناطق واسعة، كأن يجري الماء من الأراضي الزراعيّة، ويحمل معه المبيدات والأسمدة إلى الأنهار. ويمكن أن يغسل المطر البنزين والزيت والملح عن الطرقات ومواقف السيّارات، ويحملها معه إلى الآبار التي توفّر مياه الشفة. ويُعرف التلوّث الذي يصدر عن مثل هذه المناطق الكبيرة، بالتلوّث اللانقطيّ المصدر.

يرغب جميع الناس تقريباً برؤية التلوّث يخفّ في البيئة. ولكنّ القسم الأكبر من التلوّث الذي يهدّد اليوم صحّة كوكبنا، يأتي من منتجات يرغب بها الكثير من الناس، ويحتاجون إليها. فعلى سبيل المثال، إنّ السيّارات توفّر للناس الراحة، إذ تؤمّن لهم النقل الفرديّ، لكنّها تخلق نسبة كبيرة من تلوّث الهواء في العالم. وتنتج المصانع سلعاً يستمتع الناس باستعمالها، لكنّ العمليّات الصناعيّة يمكن أن تلوّث البيئة أيضاً. وتساعد المبيدات والأسمدة على إنتاج كمّيات كبيرة من الموادّ الغذائيّة، لكنّها تسمّم أيضاً التربة والأجسام المائيّة.

لأجل القضاء على التلوّث أو تخفيضه إلى حدّ بعيد، يجب أن يخفّف الناس استعمالهم السيّارات وغيرها من وسائل الراحة الحديثة؛ ويجب أن يغلق بعض المصانع أبوابه أو يغيّر طرق إنتاجه. ونظراً إلى أنّ أعمال معظم الناس مرتبطة بالصناعات التي تساهم في تلوّث البيئة، فإنّ توقيف هذه الصناعات يزيد من البطالة. وإذا توقّف المزارعون فجأة عن استعمال الأسمدة والمبيدات الكيميائيّة، فسيكون هنالك كمّية أقلّ من الغذاء لإطعام سكّان الأرض.

ولكن، مع الوقت، يمكن تخفيض التلوّث بطرق عدّة، دون الإخلال كثيراً بحياة الناس. فعلى سبيل المثال، يمكن أن تتبنّى الحكومات القوانين اللازمة لتشجيع المؤسّسات الإنتاجيّة على اعتماد طرق إنتاج أقلّ تلويثاً. ويمكن أن يطوّر العلماء والمهندسون منتجات وعمليّات إنتاجيّة نظيفة وآمنة أكثر بالنسبة للبيئة. ويستطيع الأفراد في جميع أنحاء العالم إيجاد طرق بأنفسهم، للتخفيف من تلوّث البيئة.

أنواع التلوّث:

تشمل أنواع التلوّث الرئيسيّة تلوّث الهواء وتلوّث الماء وتلوّث التربة والتلوّث الناتج عن النفايات الصلبة والنفايات الخطرة والتلوّث بالضجيج.

تلوّث الهواء

هو اختلاط الهواء بموادّ مثل الغازات المستهلكة الناتجة عن احتراق الوقود والدخان. ويمكن أن يُلحق هذا التلوّث ضرراً جسيماً بصحّة النباتات والحيوانات وإتلاف المباني وغيرها من المنشآت. وبحسب منظمة الصحّة العالميّة، إنّ خُمس سكّان العالم تقريباً معرضون لمستويات خطرة من ملوّثات الهواء.

ويتألّف الجوّ طبيعياً من النتروجين والأكسجين وكمّيات قليلة من ثاني أكسيد الكربون، وغازات أخرى، وجسيمات دقيقة من الموادّ السائلة أو الصلبة. ويجري عدد من العمليات الطبيعيّة لإبقاء مكوّنات الجوّ في حالة من التوازن. فعلى سبيل المثال، تستعمل النباتات ثاني أكسيد الكربون وتنتج الأكسجين. وتستهلك الحيوانات من جهتها الأكسجين، وتنتج ثاني أكسيد الكربون في عمليّة التنفس. وتطلق حرائق الغابات والثورانات البركانيّة غازات وجسيمات دقيقة في الجوّ، فيغسلها المطر أو تنشرها الريح.

ويحدث تلوّث الهواء، عندما تُطلق المصانع والمركبات السيّارة كمّيات كبيرة جدّاً من الغاز والجسيمات الدقيقة في الهواء، حتّى أنّ العمليّات الطبيعيّة تصبح غير قادرة على إبقاء الجوّ في حالة توازن. ولجد نوعين رئيسيّين من تلوّث الهواء: (١) تلوّث الهواء الطلق، و(٢) تلوّث الهواء الداخليّ.

تلوّث الهواء الطلق: تُطلق في الجوّ، سنوياً، مئات ملايين الأطنان من الغازات والجسيمات الدقيقة. وينتج القسم الأكبر من هذا التلوّث عن حرق الوقود لتشغيل السيّارات وتدفئة المباني. ويأتي قسم من تلوّث الهواء، أيضاً، من العمليّات الصناعيّة والإنتاجيّة المختلفة. فعلى سبيل المثال، إنّ الكثير من مؤسّسات التنظيف الجافّ تزيل الأوساخ من الملابس بمادّة كيميائيّة تُدعى البركلور إثيلين. وهي ملوّث خطر للهواء. ويمكن أن يطلق حرق النفايات دخاناً ومعادن ثقيلة مثل الرصاص والزئبق. ومعظم المعادن الثقيلة موادّ سامّة جدّاً.

يشكّل «الضبخن» Smog أحد أكثر أنواع تلوّث



الهواء الطلق شيوعاً. والضبخن هو مزيج ضبابيّ بنيّ اللون من الغازات والجسيمات الدقيقة. ويتكوّن الضبخن عندما تتفاعل غازات معيّنة يطلقها احتراق البنزين ومنتجات بترولية أخرى مع أشعّة الشمس في الجوّ. ويخلق هذا التفاعل مئات المواد الكيميائيّة المؤذية التي تشكّل الضبخن.

وإحدى المواد الكيميائيّة الموجودة في الضبخن هي شكل سامّ من الأكسجين يدعى الأوزون. فالتعرّض لتركيزات عالية من الأوزون يسبّب آلاماً في الرأس، وإحساساً بالإحتراق في العينين، وتهيّج السبيل التنفسيّ عند الكثير من الأشخاص. وفي بعض الحالات، يمكن أن يؤدّي الأوزون في طبقات الجوّ السفليّة إلى الوفاة. ويمكن أن يلحق الأوزون ضرراً بالحياة النباتيّة، وحتى أن يقتل الأشجار.

المطر الحمضيّ تعبير يشير إلى المطر وغيره من الهواطل التي تكون ملوّثة بشكل رئيسيّ بحمض السلفوريك وحمض النتريك. ويتشكّل هذان الحمضان، عندما تتفاعل غازات ثاني أكسيد الكبريت وأكسيدات النتروجين مع بخار الماء في الجوّ. وتأتي هذه الغازات بشكل رئيسي من حرق السيّارات والمصانع ومحطات توليد الطاقة، الفحم والغاز والبترول. وتنتقل الحموض في المطر الحمضيّ عبر الهواء والماء، وتؤذي البيئة على مسافات كبيرة. وقد قضى المطر الحمضيّ على مجموعات كاملة من الأسماك في عدد من البحيرات. كما أنّه يلحق الضرر بالمباني والجسور والتماثيل. ويقول العلماء إنّ التركيزات العالية من المطر الحمضيّ يمكن أن تؤذي الغابات والتربة. وتشمل المناطق التي تتعرّض للمطر الحمضيّ، أجزاءً كبيرةً من شرق أميركا الشماليّة واسكنديناڤيا وأوروبا الوسطى.

والموادّ الكيميائيّة المعروفة بالكلوروفلوروكربون هي ملوّثات تدمّر طبقة الأوزون في طبقات الجوّ العليا. وتُستعمل هذه الموادّ في الثلاجات ومكيّفات الهواء، ولصنع البلاستيك الزبديّ العازل. ويكوّن الأوزون – الغاز نفسه الذي يشكّل ملوّثاً مؤذياً في الضبخن – طبقةً واقيةً في المنطقة العليا من الجوّ. وتحمي طبقة الأوزون سطح الأرض من أكثر من ٩٥٪ من الأشعة فوق البنفسجية التي تطلقها الشمس. ومع تسبّب هذه المواد الكيميائيّة بترقّق طبقة الأوزون، يصل المزيد من الأشعة فوق البنفسجية إلى سطح الأرض. ويؤدّي فرط التعرّض إلى هذا الإشعاع إلى تضرّر النبات، ويزيد خطر الإصابة بسرطان الجلد عند الإنسان.

وتأثير الدفيئة هو ارتفاع درجات الحرارة الناتج عن احتجاز جوّ الأرض حرارةَ الشمس. ويأتي تأثير الدفيئة نتيجة عمل ثاني أكسيد الكربون والميتان وغيرهما من غازات الجوّ التي تسمح لأشعّة الشمس بالوصول إلى الأرض، لكنّها تمنع الحرارة من مغادرة الجوّ. وكثيراً ما تُدعى هذه الغازات المحتجزة للحرارة بغازات الدفيئة.

إنّ حرق الوقود وغيره من الأنشطة الإنسانيّة يزيد تدريجيّاً كميّة غازات الدفيئة في الجوّ. ويقول الكثير من العلماء إنّ هذه الزيادة في الغازات تزيد من شدّة تأثير الدفيئة، وترفع درجات الحرارة في جميع أنحاء العالم. وقد يخلق هذا الإرتفاع في درجات الحرارة، الذي يُعرف بالتسخين العالميّ، الكثيرَ من المشاكل. ويمكن أن يؤدّي تأثيرُ دفيئةٍ قويّ إلى ذوبان المجلّدات وصفحات الجليد القطبيّة، فتغمر المياه المناطق الساحليّة. ويمكن أن يغيّر أيضاً أنماط تساقط المطر، فيؤدّي إلى المزيد من فترات الجفاف، ويسبّب عواصف استوائيّة عنيفة.

ويحدث **تلوّث الهواء الداخليّ** عندما تحتجز مبانٍ، لها أنظمة تهوئة سيّئة التصميم، موادَّ ملوّثةً في الداخل. وأهمّ أنواع الملوّثات الداخليّة دخان التبغ، وغازات الأفران، والموادّ الكيميائيّة المستعملة في المنازل، والجسيمات الليفيّة الصغيرة، والأدخنة الخطرة التي تطلقها موادّ البناء مثل الموادّ العازلة والغراء والدهان. وفي بعض مباني المكاتب، تسبّب الكميّات الكبيرة من هذه الموادّ، آلاماً في الرأس وتهيّجاً في العينين وغيرهما من المشاكل الصحيّة لدى العاملين في المكاتب. وتُدعى هذه المشاكل الصحيّة أحياناً متلازمةَ المبنى المريض.

ويشكّل الرادون، وهو غاز مشعّ يُطلَق في عمليّة انحلال الأورانيوم في الصخور داخل الأرض، ملوّثاً داخليّاً مؤذياً آخر. ويمكن أن يسبّب هذا الغاز سرطان الرئة، إذا جرى استنشاقه بكميّات كبيرة. ويتعرّض الناس للرادون عندما يتسرّب الغاز إلى الأدوار التحتانيّة في المنازل المبنيّة فوق تربة أو صخر مشعّين. ويمكن أن تحتجز المباني الفعّالة طاقيّاً، التي تُبقي الهواء المسخّن أو المبرّد في الداخل، غازَ الرادون في الداخل، ما يؤدّي إلى تركيزات مرتفعة من الغاز.

تلوّث الماء

يتلوّث الماء بمياه المجارير والموادّ الكيميائيّة السامّة والمعادن والزيوت وغيرها من الموادّ. ويمكن أن يلحق التلوّث المياه السطحيّة مثل الأنهار والبحيرات والمحيطات، وأيضاً المياه الموجودة تحت سطح الأرض والمعروفة بالمياه الجوفيّة. ويمكن أن يؤذي تلوّث الماء الكثير من أنواع النباتات والحيوانات. ووفقاً لمنظمة الصحة العالميّة، يموت حوالى ٥ ملايين شخص سنويّاً بسبب شرب ماء ملوّث.

في النظام المائيّ السليم، تحوّل دورة من العمليّات الطبيعيّة، الفضلات إلى موادّ نافعة أو غير مضرّة. وتبدأ الدورة عندما تستعمل كائنات مجهريّة تُعرف بالجراثيم الحيهوائيّة، الأكسجينَ المذاب في الهواء لهضم الفضلات. وتطلق عمليّة الهضم هذه، النيترات والفوسفات وغُذيّات أخرى (موادّ كيميائيّة تحتاجها الكائنات الحيّة لكي تنمو). وتمتصّ الطحالب والنباتات الخضراء المائيّة هذه الغذيّات، ثم تأكل حيوانات مجهريّة، تدعى العلق الحيوانيّ، الطحالبَ؛ وتأكل الأسماك العلق الحيوانيّ. وتصبح هذه الأسماك بدورها طعاماً لأسماك أكبر منها أو للطيور أو لغيرها من الحيوانات. وتنتج هذه الحيوانات الأكبر حجماً فضلات (غائط...)، وتموت في نهاية الأمر. تحلّل الجراثيم الحيوانات الميتة وفضلات الحيوانات، وتبدأ الدورة من جديد.

يحدث تلوّث الماء عندما يطرح الناس كميّة كبيرة جدّاً من الفضلات والنفايات في النظام المائيّ، حتى أنّ عمليات التنظيف الطبيعيّة تصبح غير قادرة على أداء وظيفتها بالشكل المطلوب. ويقوم بعض النفايات، مثل النفط والحموض الصناعيّة والمبيدات الزراعيّة، بتسميم النباتات والحيوانات المائيّة. وتلوّث فضلات أخرى مثل المنظّفات الفوسفاتيّة والأسمدة الكيميائيّة والسماد الحيوانيّ الحياةَ المائيّة بتزويدها بكميّة زائدة من الغُذيّات. وتُعرف عمليّة التلوّث هذه بالتكاثر الغذائيّ أو التتريف. وتبدأ هذه العمليّة عندما تدخل كميّات كبيرة من الغُذيّات في النظام





تشكّل النفايات الصلبة أحد أسوأ مصادر تلوّث التربة، وخصوصاً الموادّ غير القابلة للإنحلال، مثل بعض الموادّ البلاستيكيّة.

المائي. وتسبب هذه الغذيّات تكاثر الطحالب بشكل مفرط. وكلّما نمت الطحالب وتكاثرت، ازداد أيضاً عدد الطحالب التي تموت في الماء. وتستهلك الجراثيم في الماء كميّاتٍ كبيرةً من الأكسجين لتحليل الطحالب الميتة الزائدة. وبالتالي، فإنّ مستوى الأكسجين في الماء ينخفض، ما يؤدّي إلى موت الكثير من النباتات والحيوانات المائيّة.

وينشأ تلوّث الماء من المؤسّسات والمزارع والمنازل والمصانع وغيرها من المصادر. ويشمل مياه المجارير والموادّ الكيميائيّة الصناعيّة والموادّ الكيميائيّة الزراعيّة وفضلات الماشية. ونجد شكلاً آخر من تلوّث الماء في المياه النظيفة، ولكن الساخنة، التي تطرحها محطّات توليد الطاقة في المجاري المائيّة. تُعرف هذه المياه المسخّنة بالتلوّث الحراريّ، وهي تلحق الضرر بالأسماك والنباتات المائيّة بتخفيض كميّة الأكسجين في الماء. ويمكن أن يسبّب أيضاً تسرّبُ الموادّ الكيميائيّة والنفط، تلوّثاً مائيّاً مدمّراً بقتل الطيور المائيّة والمحارات وغيرها من أشكال الحياة البريّة.

ويتلوّث الماء في بعض الحالات، عندما لا يكون هنالك فصل كلّيّ بين مياه المجارير ومياه الشفة النظيفة. ففي بعض أنحاء العالم التي تفتقر إلى مصانع حديثة لمعالجة مياه المجارير، يمكن أن تتسرّب المياه المحمّلة بالفضلات والأقذار إلى مخزون مياه الشفة. ويمكن أن تلوّث الجراثيم الحاملة الأمراض الموجودة في الفضلات، مياه الشفة وتسبّب أمراضاً مثل الهيْضة (الكوليرا) والزُحار (الديزنطاريا). وفي المناطق التي تتمتّع بوسائل صحيّة جيّدة، يجري معظم الفضلات الإنسانيّة في أنابيب تحت الأرض إلى مصانع خاصّة لمعالجة مياه المجارير، تقتل الجراثيم المؤذية وتزيل الفضلات الصلبة.

تلوّث التربة

تلوّث التربة هو إتلاف الطبقة الرقيقة من التربة السليمة والمنتجة، حيث يُزرع القسم الأكبر من طعامنا. ومن غير تربة خصبة، لا يستطيع المزارعون إنتاج ما يكفي من الطعام لسدّ حاجات سكّان العالم.

وتتوقّف نوعيّة التربة الجيّدة على الجراثيم والفطور والحيوانات الصغيرة التي تفتّت أو تحلّل الفضلات في التربة، وتطلق الغُذيّات. وتساعد هذه الغذيّات النباتات على النموّ. ويمكن أن تحدّ الأسمدة والمبيدات من قدرة الأحياء الموجودة في التربة على معالجة الفضلات. وبنتيجة ذلك، يقضي المزارعون الذين يستعملون كمّيّات مفرطة من الأسمدة والمبيدات، على إنتاجيّة تربتهم.

ويمكن أن يصيب أيضاً عدد من الأنشطة الإنسانيّة الأخرى، التربة بالضرر. ويمكن أن يؤدّي ريّ التربة في مناطق سيّئة التصريف إلى ركود الماء في الحقول. وعندما يتبخّر هذا الماء، يخلّف وراءه تراكمات من الملح، ما يجعل التربة مالحة جدّاً، فلا يمكن استخدامها في الزراعة. وتلوّث عمليّات التعدين والمصاهر التربةَ بالمعادن الثقيلة السامّة. ويعتقد الكثير من العلماء أنّ المطر الحمضيّ يمكن أن يخفّض أيضاً خصب التربة.

النفايات الصلبة

النفايات الصلبة هي ربّما أكثر أشكال التلوّث بروزاً للعيان. ففي كلّ سنة، يطرح الناس بلايين الأطنان من النفايات الصلبة. ويتشكّل معظم الموادّ المطروحة من النفايات الصناعيّة. وتُعرف النفايات الصلبة الناتجة عن المنازل والمكاتب والمتاجر بالنفايات الصلبة البلديّة، وتحتوي على الورق والبلاستيك والزجاجات وعلب الطعام المحفوظ وفضلات الطعام والفضلات الناتجة عن تشذيب الحدائق والمرجات. ومن النفايات الصلبة الأخرى، نذكر السيّارات المكسّرة والمعادن الهالكة وموادّ فاضلة من العمليات الزراعيّة وفضلات عمليّات التعدين.

ويطرح التخلّص من النفايات الصلبة مشكلة صعبة، لأنّ معظم الطرق المستعملة مضرّ للبيئة. فالمكبّات المفتوحة تفسد جمال الأرض الطبيعيّ، وتشكّل مأوى مفضّلاً للجرذان وغيرها من الحيوانات الناقلة الأمراض. ويمكن أن تحتوي المكبّات المفتوحة والمطمورة على حدّ سواء على موادّ سامّة، تتسرّب إلى المياه الجوفيّة أو تصبّ في المجاري المائيّة والبحيرات. ويخلق حرق النفايات الصلبة، دونما رادع، دخاناً وأشكالاً أخرى من تلوّث الهواء. كما أنّ حرق النفايات في المرمّدات يطلق أيضاً موادَّ كيميائيّة سامّة ورماداً ومعادن مضرّة في الجوّ.

النفايات الخطرة

تتألّف هذه النفايات من الموادّ المرميّة التي يمكن أن تهدّد صحّة الإنسان ونظافة البيئة. وتكون النفايات خطرة، عندما تحتّ موادّ أخرى أو تنفجر أو تشتعل بسهولة أو تتفاعل بعنف مع الماء أو تكون سامّة. وتشمل مصادر النفايات الخطرة المصانع والمستشفيات والمختبرات. ويمكن أن تسبّب هذه النفايات إصابات مباشرة عندما يستنشقها الإنسان أو يبلعها أو يلمسها. وعندما تُطمر في الأرض أو تُترك في مكبّات مفتوحة، يمكن أن تلوّث المياه الجوفيّة والمحاصيل الزراعيّة.

وقد سبّب سوء نقل وتدبير الفضلات الخطرة أو إطلاقها غير المقصود، عدداً من الكوارث حول العالم. ففي سنة ١٩٧٨، مثلاً، أدّى تسرّب موادّ كيميائيّة خطرة من مكان لرمي النفايات في منطقة لوف كانال في غرب ولاية نيويورك الأميركيّة، إلى تهديد صحّة السكّان المجاورين للمكبّ. وقد أُجبر مئات الأشخاص على ترك منازلهم. وسنة ١٩٨٤، أدّى تسرّب للغاز السامّ من مصنع للمبيدات في بوبال في الهند إلى وفاة أكثر من ٢٨٠٠ شخص، وسبّب أضراراً في العينين وفي السبيل التنفسيّ لدى أكثر من ٢٠,٠٠٠ شخص.

ويمكن أن يلحق بعض النفايات الخطرة أذى كبيراً بصحّة الإنسان والحياة البريّة والنباتات. وتشمل هذه الملوّثات الإشعاعات والمبيدات والمعادن الثقيلة.

ويشكّل الإشعاع ملوّثاً غير مرئيّ يمكن أن يلوّث أيّ جزء من البيئة. ويأتي القسم الأكبر من الإشعاع من مصادر طبيعيّة مثل المعادن وأشعّة الشمس. ويستطيع العلماء أيضاً إنتاج عناصر مشعّة في المختبر. ويؤدّي التعرّض لكميّات كبيرة من الإشعاع إلى إلحاق الضرر بخلايا الجسم، ما قد يسبّب الإصابة بالسرطان.

وتطرح النفايات المشعّة التي تأتي من المفاعلات النوويّة ومصانع الأسلحة، مشكلةً بيئيّة خطيرة. وسيبقى بعض هذه النفايات مشعّاً لآلاف السنين. يشكّل خزن النفايات المشعّة بشكل آمن، عمليّةً صعبة ومكلفة على حدّ سواء.

يمكن أن تنتقل المبيدات على مسافات كبيرة في البيئة. فعندما تُرشّ المبيدات على المحاصيل أو الحدائق، يمكن أن تحملها الريح إلى أماكن أخرى. كما يمكن أن تجري مع مياه المطر وتصبّ في المجاري المائيّة القريبة، أو تتسرّب في التربة وتصل إلى المياه الجوفيّة. ويمكن أن يبقى بعض المبيدات عدّة سنوات في البيئة وينتقل من كائن إلى آخر. فعندما توجد المبيدات في مجرى مائيّ، مثلاً، تمتصّها الأسماك الصغيرة وغيرها من الكائنات. وتتراكم كميّات أكبر من هذه المبيدات في جسم الأسماك الأكبر حجماً التي تأكل هذه الكائنات الملوّثة.

إنّ عمليّات التعدين ومرمّدات النفايات الصلبة والعمليّات الصناعيّة والسيّارات يمكن أن تطلق جميعها معادن ثقيلة في البيئة. وتشمل هذه المعادن الرصاص والزئبق. وعلى غرار المبيدات، تبقى المعادن الثقيلة وقتاً طويلاً في البيئة، ويمكن أن تنتشر فيها. ومثل المبيدات أيضاً، يمكن أن تتراكم هذه المعادن في العظام وغيرها من الأنسجة العضويّة في الحيوانات. وفي الإنسان، يمكن أن تلحق المعادن الثقيلة أضراراً جسيمة بمختلف الأعضاء الداخليّة والعظام والجهاز العصبيّ. ويسبّب الكثير منها أيضاً مرض السرطان.

التلوّث بالضجيج

يصدر هذا النوع من التلوّث عن الآلات مثل الطائرات والمركبات السيّارة وآلات البناء والتجهيزات الصناعيّة. ولا يوسّخ الضجيج الهواء أو الماء أو الأرض، لكنه يسبّب إزعاجاً وفقدان السمع عند الإنسان والحيوانات الأخرى.

السيطرة على التلوّث

تتوقّف السيطرة على التلوّث على الجهود التي تبذلها الحكومات والعلماء والمؤسسات التجاريّة والصناعيّة والزراعيّة والمنظّمات البيئيّة والأفراد.

عمل الحكومات

في الكثير من الدول حول العالم، تسعى الحكومات إلى إزالة التلوّث الذي يفسد الأرض والهواء والماء. وتقوم الحكومات المحليّة والقوميّة، على حدّ سواء، بجهود في هذا المجال. إضافة إلى ذلك، فقد بُذلت جهود على المستوى الدوليّ لحماية موارد الأرض.

الجهود المحلّيّة

سنّ الكثير من الحكومات المحلّيّة قوانين للمساعدة على تنظيف البيئة. ففي سنة ١٩٨٩، مثلاً، تبنّت ولاية كاليفورنيا الأميركيّة خطّة لمدة ٢٠ سنة لأجل تخفيض تلوّث الهواء في منطقة لوس أنجيلوس، التي سجّلت أسوأ نوعيّة هواء في الولايات المتحدة. وتضمّنت الخطّة تدابير لتقييد استعمال المركبات المحرّكة بالبنزين ولتشجيع استعمال النقل العام.

ويمكن أن تسنّ الحكومات المحلّيّة أيضاً قوانين لإعادة التدوير. وإعادة التدوير هي عمليّة مخصّصة لاسترداد الموادّ وإعادة استعمالها بدلاً من رميها. ففي ڤيينا (عاصمة النمسا)، مثلاً، يجب على المواطنين فصل قمامتهم في مستوعبات مخصّصة للورق، وأخرى للبلاستيك، والمعادن، وعلب الألومنيوم، والزجاج الشفّاف، والزجاج الملوّن، وفضلات الطعام والحديقة. ويحظّر بعض المدن طمر فضلات تشذيب الحدائق والمرجات لأنها تشغل مكاناً واسعاً. وتجمع هذه المدن فضلات التشذيب بمفردها، وتفرغها في مراكز لصنع السماد الخليط، حيث تتحلّل لتشكّل مادّة تُستعمل لتحسين نوعيّة التربة. وتشجّع عدّة ولايات في الولايات المتحدة وعدد من الدول الأوروبيّة إعادة استعمال الزجاجات بغرض تأمين بُردّ إلى المواطن عند إعادة الزجاجة.

الجهود القوميّة

يسنّ الكثير من الحكومات المركزيّة أيضاً قوانين تساعد على إزالة التلوّث. ففي سنة ١٩٨٠، مثلاً، سنّ الكونجرس الأميركي قانوناً بيئياً شاملاً يُعرف بـ«الصندوق الكبير». وقد بدأت بنتيجة هذا القانون حملة تنظيف شاملة لمكبّات النفايات الخطرة في الولايات المتّحدة. ويحمّل هذا القانون وعدد من القوانين الأخرى، الملوّثين مسؤوليّة إصلاح الضرر البيئي الذي يسبّبونه.

وفي الولايات المتحدة، تضع وكالة حماية البيئة معايير لضبط التلوّث وتطبّقها. كما أنّها تساعد حكومات الولايات والحكومات المحليّة في السيطرة على التلوّث. وقد أنشأت أيضاً معظم الدول الصناعيّة الأخرى، مثل كندا واليابان والكثير من الدول الأوروبيّة، وكالات لضبط التلوّث.

ويُعتبر حظر استعمال الملوّثات إحدى الطرق الأكثر فعاليّة التي تستطيع الحكومات استعمالها لضبط أشكال محدّدة من التلوّث. ففي سنة ١٩٧٢، مثلاً، بدأت حكومة الولايات المتحدة بحظر تدريجي على جميع استعمالات الـ د.د.ت.، وهو مبيد تبيّن أنّه يلحق أذى بالطيور البريّة والأسماك. ولكن، لسوء الحظ، لا يزال بعض الدول يسمح باستعمال الـ د.د.ت. وغيره من المبيدات المحظورة. ونتيجة لذلك، فإنّ الموادّ الغذائيّة المستوردة والطيور المهاجرة وحتى الريح يمكن أن تحمل الموادّ الكيميائيّة السامّة إلى الولايات المتحدة.

وقد تحظّر الحكومة أيضاً بعض استعمالات مادّة خطرة، فيما تسمح ببعض استعمالاتها الأخرى. فعلى سبيل المثال، يشكّل الرصاص معدناً سامّاً يمكن أن يلحق ضرراً بالدماغ والكليتين وغيرها من الأعضاء. وقد حظّرت حكومة الولايات المتحدة البنزين الذي يحتوي على الرصاص ودهان المنازل الذي يعتمد الرصاص كمكوّن رئيسي، لكنّها تسمح باستعمال الرصاص في البطاريّات وموادّ البناء والدهان الصناعي. وعلى الرغم من الإستمرار في استعمال الرصاص في بعض المنتجات، فقد خفّفت القيود، الموضوعة على استعمال المعدن في الدهانات والبنزين، المشاكل الصحيّة التي يسبّبها.

وتحدّ قوانين أخرى لضبط التلوّث إطلاق الملوّثات في البيئة عوضاً عن حظرها. ففي الولايات المتحدة، خفّف قانون الهواء النظيف (١٩٧٠) وتعديلاته إطلاق الماء غير المعالَج والموادّ الكيميائيّة المؤذية في الأنهار والأجسام المائيّة الأخرى.

وتستخدم الحكومات استراتيجيات أخرى للحدّ من التلوّث، هي فرض غرامة على الشركات التي تلوّث البيئة. فأستراليا وعدد من الدول الأوروبيّة تفرض غرامة على المؤسسات التي تلوّث الماء. وتحثّ هذه الغرامات الشركات على الاستثمار في التجهيزات الضابطة للتلوّث أو على اختراع طرق عمل أقلّ تلويثاً. ويمكن أن تفرض الحكومات أيضاً ضرائب على المنتجات التي تلوّث البيئة. فعلى سبيل المثال، إنّ معظم الدول الإسكندينافيّة يفرض ضريبة على الزجاجات التي لا تُردّ. ويفرض بعض القوانين على المؤسسات، إخطار الجمهور بعدد الملوّثات التي تطلقها في البيئة. وقد دفع هذا القانون بعض الشركات إلى إيجاد طرق للتخفيف من التلوّث، كي لا يأخذ المستهلكون فكرة سيّئة عنها ويمتنعوا، ربّما، عن شراء منتجاتها.

وتنظّم الحكومات أيضاً عمليّة التخلّص من النفايات الصلبة والخطرة. ووفقاً لقوانين الولايات المتحدة، يجب أن يُغطّى داخل الحفر التي تُطمر فيها النفايات بطبقة مزدوجة من الموادّ غير النفيذة مثل الصلصال والبلاستيك، تساعد على منع تسرّب الموادّ الكيميائيّة السامّة إلى مخزون المياه. ويجب أن تُزوّد مرمّدات القمامة بأجهزة تمنع إطلاق الغازات والجسيمات الدقيقة المؤذية في الجوّ.

الجهود العالميّة

ظهرت صعوبة كبيرة في السيطرة على عدّة أشكال من التلوّث البيئي لأنّ موارد الأرض العالميّة، أي المحيطات والجوّ، ليست ملكاً لشخص واحد أو بلد واحد. وللسيطرة على التلوّث، يجب أن يعمل سكّان العالم سويّاً.

ومنذ سبعينات القرن العشرين، يلتقي ممثّلون عن عدّة دول في العالم للتباحث في وسائل الحدّ من التلوّث الذي يصيب الهواء والماء. وقد أنشأت هذه الدول معاهدات بيئيّة للمساعدة على السيطرة على مشاكل بيئيّة خطيرة، مثل المطر الحمضي وترقّق طبقة الأوزون ورمي النفايات في البحر. وفي معاهدة دُعيت «بروتوكول مونريال حول الموادّ التي تتلف طبقة الأوزون»، والتي بدأ العمل بها سنة ١٩٨٩، اتّفقت أهمّ البلدان المنتجة للموادّ الكلورو فلورو كربونيّة على التوقّف تدريجيّاً عن إنتاج هذه الموادّ. وفي سنة ١٩٩١، فرض تعديل المعاهدة حظراً كاملاً على إنتاج هذه الموادّ الكيميائيّة في سنة ٢٠٠٠. وفي سنة ١٩٩٦، كان معظم الدول الصناعيّة قد توقّف عن إنتاج هذه الموادّ.

في سنة ١٩٩٢، التقى ممثّلون عن ١٧٨ بلداً في ريو دي جانيرو في البرازيل للمشاركة في مؤتمر البيئة والتنمية الذي دعت إليه الأمم المتحدة. وكان هذا المؤتمر، الذي عُرف بقمّة الأرض، أحد أهمّ المؤتمرات البيئيّة العالميّة التي عُقدت في العالم. وقد وقّعت الدول الأعضاء في الأمم المتحدة اتفاقيّات حول الوقاية من ارتفاع درجات الحرارة على الأرض، والحفاظ على الغابات والأنواع المهدّدة بالإنقراض، وغيرها من المواضيع.

الجهود العلميّة

دفع تزايد القلق في ما يتعلّق بالبيئة، العلماء والمهندسين إلى البحث عن حلول تكنولوجيّة. ويسعى بعض الأبحاث إلى إيجاد طرق لإزالة التلوّث أو السيطرة عليه. وتهدف أبحاث أخرى إلى الوقاية من التلوّث. ويجد الكثير من الباحثين الصناعيّين، يوماً بعد يوم، طرقاً اقتصاديّة أكثر لاستعمال المحروقات وغيرها من الموادّ الخام. وبنتيجة هذه الأبحاث، يستعمل، اليوم، بعض المدن الأوروبيّة حرارة النفايات التي تولّدها محطّات توليد الطاقة أو مرمّدات القمامة لتدفئة المنازل. وتحرق محرّكات السيّارات الجديدة البنزين بشكل أنظف وأكثر فعاليّة من المحرّكات القديمة. وقد صنع الباحثون، كذلك، سيّارات تستعمل وقوداً نظيف الاحتراق مثل الميثانول (نوع من الكحول) والغاز الطبيعي. وفي البرازيل، يستعمل بعض السيّارات نوعاً آخر من الكحول يُدعى الإيثانول كوقود. ويعمل العلماء أيضاً على صنع سيّارات تستطيع استخدام غاز الهيدروجين كوقود. ولا ينتج الهيدروجين أيّ تلوّث يُذكر، عند احتراقه.

ويبحث أيضاً العلماء والمهندسون في سبل توليد الكهرباء بكلفة أقلّ من مصادر طاقة قابلة للتجديد مثل الريح والشمس، والتي لا تسبّب أي تلوّث يذكر أو أيّ تلوّث على الإطلاق. وتؤمّن اليوم حقول واسعة من الطواحين الهوائيّة، معروفة بمزارع الريح، حوالى ١٪ من الكهرباء في كاليفورنيا وأكثر من ٢٪ في الدانمارك. وتحوّل أجهزة: تُعرف بالخلايا الكهربائيّة الضوئيّة، أشعّة الشمس مباشرة إلى كهرباء. وتنتج محطة توليد للطاقة تستخدم هذه الخلايا في ساكرامنتو في ولاية كاليفورنيا، ما يكفي من الكهرباء لسدّ حاجات ١٠٠٠ منزل.



تظهر الصورة دفق المياه الملوّثة من مصنع للصلب في بولتيمور، في الولايات المتحدة.

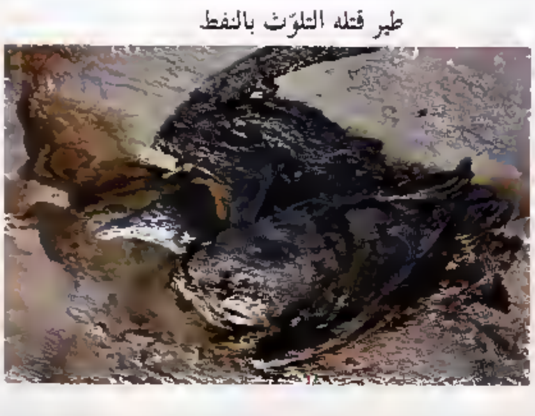
المؤسّسات التجاريّة والصناعيّة

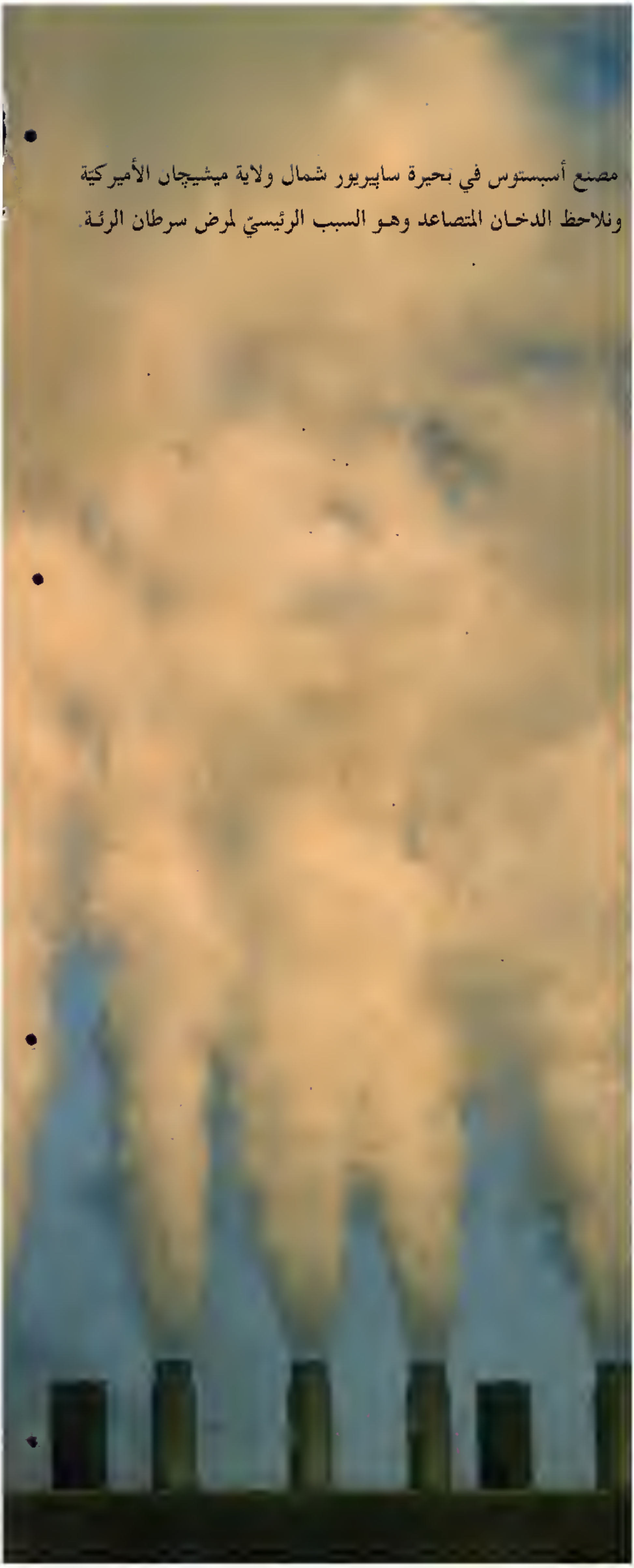
إكتشف الكثير من الشركات أنّ التسبب بتلوّث أقلّ مفيد للأعمال. وقد وجد بعض هذه المؤسسات أنّ تخفيض التلوّث يحسّن صورتها لدى الجمهور ويوفّر عليها المال. وطوّرت شركات أخرى منتجات أو مستوعبات وغلافات غير مضرّة بالبيئة لتلبية رغبات المستهلكين. وتقوم مؤسسات أخرى بتطوير أنظمة لضبط التلوّث، إذ تعتبر أنّ القانون سيجبرها على ذلك قريباً على أيّة حال. ويحدّ بعض الشركات التلوّث لأنّ الأشخاص الذين يديرونها يرغبون في ذلك.

في الماضي، كان التخلّص من النفايات عمليّة غير مكلفة بالنسبة لمعظم المؤسّسات. أمّا اليوم، فإنّ المواقع القانونيّة المخصّصة لطرح النفايات تقلّ يوماً بعد يوم، ويتطلّب استعمالها كلفة عالية. لذلك، فقد وجد الكثير من المؤسسات سبلاً لإنتاج كميّة أقلّ من النفايات. فعلى سبيل المثال، يمكن أن يستعمل الصناعيّون حدّاً أدنى من التغليف ويختاروا موادّ للتغليف قابلة لإعادة التدوير. وعندما يكون التغليف خفيفاً، يستعمل الموزّعون كميّة أقلّ من الوقود لنقل المنتجات، إضافة إلى أنّ المستهلك يرمي كميّة أقلّ من المستوعبات أو الغلافات، وينتج كميّة أقلّ من القمامة.

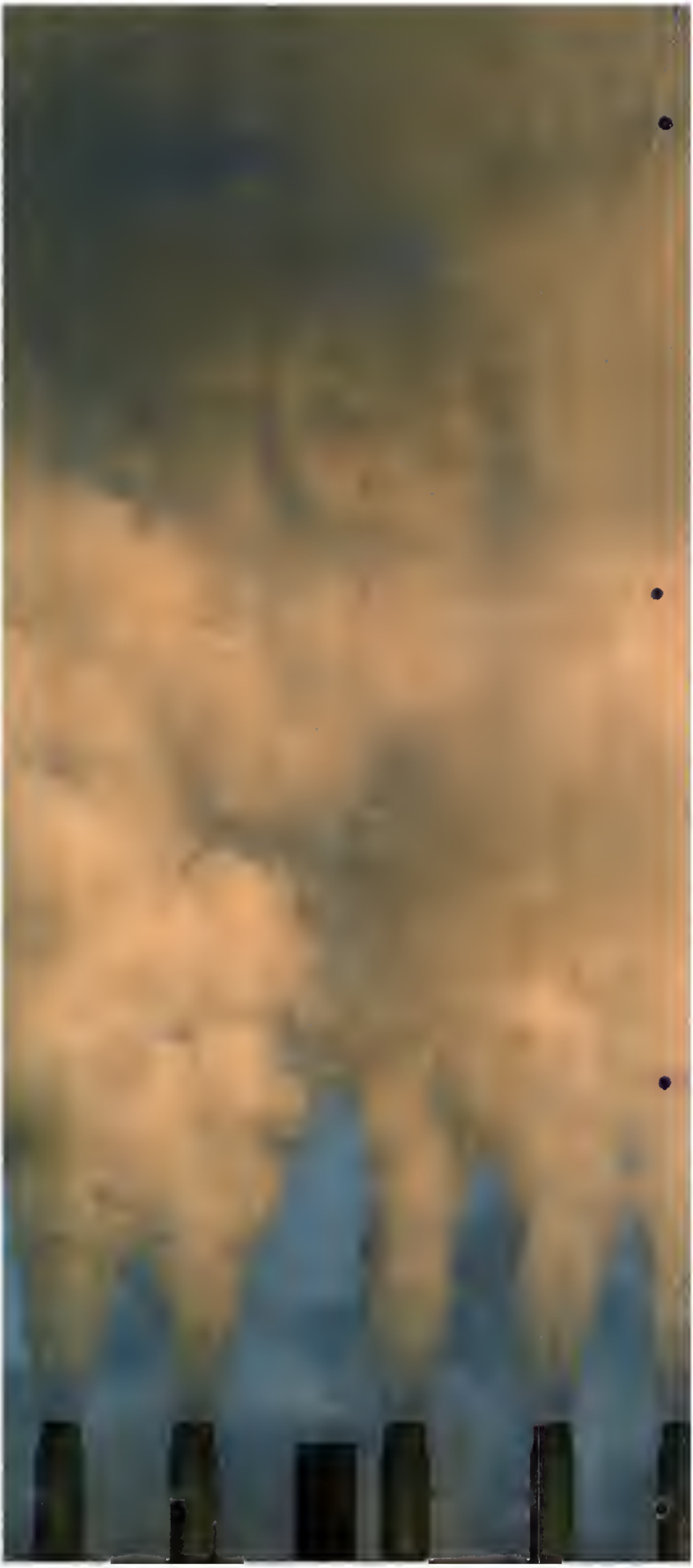
ويتخصّص الكثير من المؤسسات في أشكال مختلفة من معالجة التلوّث. ويتوقّع أن تصبح الأعمال التي تهتمّ بتخفيف التلوّث وإزالته، إحدى أسرع الصناعات نموّاً في المستقبل. فعلى سبيل المثال، إنّ بعض الشركات المتخصّصة

طير قتله التلوّث بالنفط





مصنع أسبستوس في بحيرة سابيريور شمال ولاية ميشيجان الأميركية
ونلاحظ الدخان المتصاعد وهو السبب الرئيسيّ لمرض سرطان الرئة.



في معالجة التلوّث بطوّر أجهزة تزيل الجسيمات الدقيقة المؤذية من الدخان الذي تطلقه المداخن. ويمكن احتجاز الجسيمات الدقيقة بمرشّحات أو بأشراك تستعمل الكهرباء السكونيّة، أو بأجهزة لغسل الغاز تزيل الجسيمات الدقيقة برذاذ كيميائي.

ويساعد بعض المؤسسات الأخرى الشركات في الإنصياع لأوامر الحكومة لإزالة التلوّث. ويدير بعض المؤسسات برامج إعادة تدوير أو برامج لحفظ الطاقة. وهنالك، أيضاً، مؤسّسات تساعد المؤسّسات الأخرى على تطوير عمليّات إنتاجيّة، أقلّ تلويثاً للبيئة.

وبغض النظر عن سبب أو كيفيّة بدء الصناعات بإزالة التلوّث، فسوف تكون العمليّة بطيئة ومكلِفة. ويستعمل الكثير من المؤسّسات أبخس طرق الإنتاج المتوفّرة، حتى وإن كانت هذه الطرق ملوّثة للبيئة. فعلى سبيل المثال، كثيراً ما تحرق محطّات توليد الطاقة النفط والفحم لتوليد الكهرباء لأنّها أبخس الطرق عموماً. ويستعمل الصناعيّون الكادميوم والرصاص والزئبق في البطاريات لأنّ هذه المعادن، على الرغم من أنّها سامّة، تجعل البطاريات تعمل بشكل جيّد. ولكن، عندما تُضاف كلفة إزالة التلوّث الناتج عن طرق الإنتاج الحالية إلى كلفة التصنيع، فقد يتبيّن أنّ الطرق التي تسبّب تلوّثاً أقلّ، هي الأقلّ كلفة.

الزراعة

يبتكر العلماء والمزارعون طرقاً لزراعة المحاصيل تتطلّب قدراً أقلّ من الأسمدة والمبيدات. ويزرع الكثير من المزارعين محاصيلهم على نحو متعاقب، سنة بعد سنة، لخفض الحاجة إلى الأسمدة الكيميائيّة. وتساعد زراعة الذرة والقمح والمحاصيل الأخرى على نحو متناوب مع البقول، مثل الفِصْفِصة وفول الصويا، على تجديد النتروجين الذي تخسره التربة. وتساعد، أيضاً، زراعة المحاصيل على نحو متعاقب على السيطرة على الآفات والأمراض عند النبات. ويستعمل بعض المزارعين السماد الخليط وأسمدة أخرى، أقلّ ضرراً للتربة من غيرها. وعوضاً عن رشّ المحاصيل بمبيدات مضرّة، يكافح بعض المزارعين الحشرات المضرّة بإطلاق حشرات أو جراثيم معيّنة تقتات الحشرات المضرّة. ويطوّر العلماء، أيضاً، بواسطة الهندسة الجينيّة نباتات مقاومة لحشرات معيّنة.

يستعمل بعض المزارعين تعاقب المحاصيل وأعداء الحشرات المضرّة الطبيعيّين مع كميّة ضئيلة من المبيدات الكيميائيّة، ولا يستعملون هذه المبيدات إلّا عندما يكون تأثيرها عند الحدّ الأشدّ فعالية.

المنظّمات البيئيّة

تعمل المنظّمات البيئيّة للسيطرة على التلوّث بأن تحاول التأثير في المشرّعين وانتخاب القادة السياسيّين المهتمّين بالبيئة. ويجمع بعض المجموعات المال لشراء مساحات من الأراضي وحمايتها من الاستعمال التجاريّ أو الصناعيّ. وتدرس مجموعات أخرى تأثيرات التلوّث في البيئة، وتخلق أنظمة للوقاية من التلوّث ومعالجته. وتستعمل هذه المجموعات النتائج التي تتوصّل إليها، لإقناع الحكومات والمؤسّسات الصناعيّة بضرورة الوقاية من التلوّث أو تخفيفه. وتنشر أيضاً المنظّمات البيئيّة مجلات...، لإقناع الناس بضرورة الوقاية من التلوّث.

وقد نشأت أحزاب سياسيّة تمثّل الإهتمامات البيئيّة في الكثير من الدول الصناعيّة، وكثيراً ما تُعرف هذه التنظيمات بالأحزاب الخضر. وكان لهذه الأحزاب تأثير متزايد في وضع السياسات البيئيّة. ومن الدول التي تقوم فيها أحزاب بيئيّة، نذكر أستراليا والنمسا وألمانيا وفنلندا وفرنسا ونيوزيلاندا وإسبانيا والسويد.

الجهود الفرديّة

إنّ إحدى أهمّ الطرق التي يمكن للفرد أن يخفّف بها التلوّث هي في الحفاظ على الطاقة. ويخفّف الحفاظ على الطاقة تلوّث الهواء الناتج عن محطّات توليد الطاقة. ويؤدّي، أيضاً، انخفاض الطلب على النفط والفحم إلى حدوث عدد أقلّ من تسرّبات النفط، وإلى تراجع تدمير الأراضي التي تحتوي على الفحم. ويعتبر التقليل من قيادة السيارة إحدى أفضل الطرق للحفاظ على الطاقة وتجنّب تلويث الهواء.

ويمكن أن يوفّر الناس استهلاك الكهرباء عن طريق شراء لمبات وأدوات كهربائيّة أكثر فعاليّة. فعلى سبيل المثال، إنّ اللمبات الفلوريّة الصغيرة لا تستعمل سوى ٢٥٪ من كميّة الكهرباء التي تستعملها اللمبات المتوهّجة التقليديّة. ويمكن أن يحافظ الناس أيضاً على الطاقة باستعمال الأدوات الكهربائيّة بشكل أقلّ، وإطفاء الأدوات والأنوار عند عدم استعمالها، وضبط ترموستات المنزل على ٢٠° مئويّة أو تحتها في الشتاء، وعلى ٢٦° مئويّة أو فوقها في الصيف. وعلاوة على ذلك، فإنّ المباني المجهّزة بنوافذ معالجة خصيصاً ومادّة عازلة فعّالة، تحتاج إلى كميّة أقلّ بكثير من الوقود أو الكهرباء للتدفئة أو التبريد ممّا تحتاجه المباني غير المجهّزة على هذا النحو.

ويستطيع الناس أيضاً شراء منتجات غير مضرّة للبيئة. فعلى سبيل المثال، تستطيع الأسَر المساهمة في تخفيف تلوّث الماء باستعمال كميّات أقلّ من موادّ التنظيف السامّة، وبالتخلّص بطريقة سليمة من المنتجات السامّة التي لا تستعملها. وإذا رفض المستهلكون شراء منتجات مضرّة، يتوقّف الصناعيّون عن صنعها.

ويستطيع الناس المساهمة أيضاً في تخفيف التلوّث، بأكل كميّة أقلّ من اللحم. يستعمل المزارعون كميّات كبيرة من الأسمدة والمبيدات لزرع الحبوب التي تتغذّى بها الماشية والدجاج. وإذا توجّه الناس إلى أكل كميّة أقلّ من اللحم والمزيد من الحبوب والبقول والخضر، سيقلّل المزارعون من كميّة الأسمدة والمبيدات التي يستعملونها. وقد اعتاد الناس أيضاً على طلب الفواكه والخضر ذات الشكل المثاليّ والخالية من أي خدوش أو شوائب؛ ويحصل المزارعون على مثل هذه الفواكه والخضر باستعمال كميّات كبيرة من المبيدات. وإذا قبل المستهلكون بمنتجات تحمل شوائب أو لطخات خفيفة، يصبح بإمكان المزارعين تخفيض كميّة الموادّ الكيميائيّة التي يستعملونها.

وتُعتبر إعادة استعمال المنتجات إحدى أبسط الطرق التي يستطيع بها الأفراد تجنّب التلوّث. فعلى سبيل المثال، إنّ بعض موزّدي الحليب يستعمل قناني زجاجيّة بدلاً من علب الكرتون. ويمكن إعادة ملء الزجاجات واستعمالها من جديد. ويستطيع الناس إعادة استعمال أكياس الورق أو البلاستيك القديمة لحمل الحاجيّات أو احتواء القمامة. وعندما يعيد الناس استعمال المنتجات، يتجنّبون التلوّث المرتبط بصنع منتج جديد، والتلوّث الذي ينتج عن رمي المنتَج.

وتشكّل إعادة التدوير طريقة أخرى لإعادة استعمال الموادّ. ويملك الكثير من المدن والبلدان برامج إعادة تدوير. وتسمح إعادة التدوير بحفظ الطاقة والموادّ الخام، كما أنّها تمنع التلوّث. يمكن إعادة تدوير الكثير من النفايات المختلفة. وتشمل النفايات التي يُعاد تدويرها عادة، علب المحفوظات المعدنيّة والزجاج والورق والمستوعبات البلاستيكيّة والعجلات القديمة. ويمكن إذابة العلب المعدنيّة واستعمال المعدن لصنع علب جديدة. كما يمكن سحق الزجاج واستعماله لصنع مستوعبات جديدة، أو استعماله كبديل للرمل في رصف الطرقات. ويمكن أيضاً إعادة معالجة الورق لصنع منتجات ورقيّة مختلفة. أمّا الموادّ البلاستيكيّة فتذوّب، وتُصنع منها ألواح بلاستيكيّة تُستعمل لإنشاء السياجات وظهر المراكب والمقاعد والأرضيّات. ويمكن حرق عجلات السيّارات القديمة لتوليد الطاقة أو تمزيقها، وإضافتها إلى الإسفلت، أو تذويبها وقولبتها لتشكيل منتجات مثل الحصائر وتجهيزات ملاعب الأطفال.

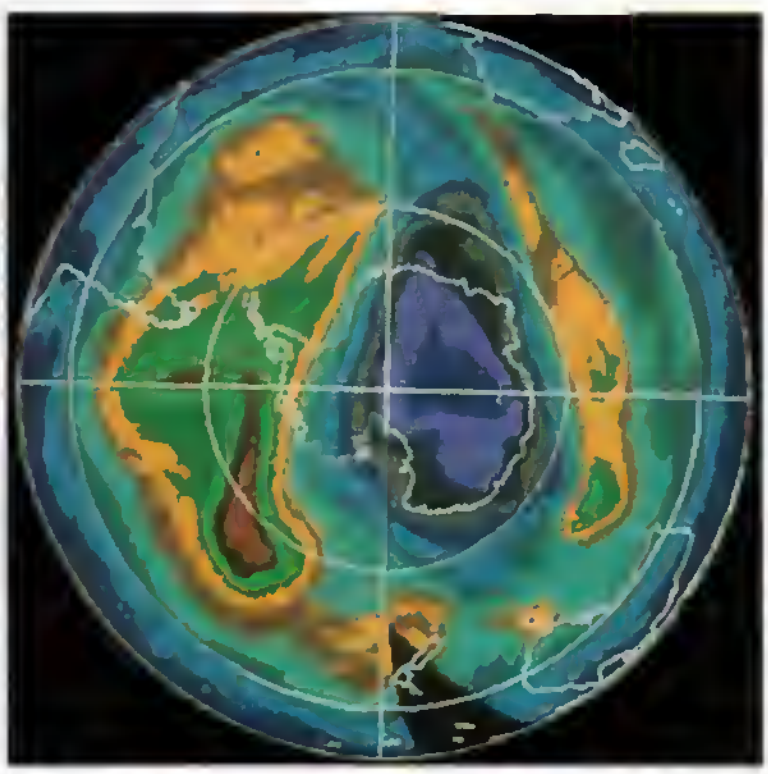
إنّ أهمّ طريقة يمكن أن يعتمدها الناس لمكافحة التلوّث هي إطلاعهم، إلى أقصى حدّ ممكن، على كيفيّة تأثير أعمالهم وأنشطتهم في البيئة. عند ذلك: يصبحون قادرين على القيام بالخيارات الذكيّة التي تحدّ من الأضرار التي تلحق بالكوكب.

طبقة الأوزون

طبقة الأوزون منطقة من الغلاف الجويّ بين ١٩ و٤٨ كم فوق سطح الأرض.

يتركّز الأوزون في هذه الطبقة بما يصل إلى ١٠ أجزاء في المليون وهو يتكوّن بفعل تأثير نور الشمس على الأوكسجين. وهذه العمليّة تجري منذ ملايين السنين، ولكن يظهر أنّ المركّبات النتروجينيّة الطبيعيّة الموجودة في الجوّ قد أبقت تركّز الأوزون في مستوى ثابت إلى حدّ ما. إنّ وجود الأوزون بمثل هذا التركيز المرتفع عند مستوى سطح الأرض يشكّل خطراً على صحّة الإنسان، ولكن طبقة الأوزون مهمّة جدّاً لأنّها تحمي الأرض من قوّة أشعّة الشمس فوق البنفسجيّة التي تتسبّب بمرض السرطان. وقد شعر العلماء بقلق شديد عندما اكتشفوا في السبعينات أنّ بعض الموادّ الكيميائيّة المعروفة بالكلوروفلوروكربون – والتي استعملت وقتاً طويلاً كموادّ مبرّدة وفي عبوات الرذّ – تشكّل خطراً محتملاً على طبقة الأوزون. عندما تطلَق هذه الموادّ الكيميائيّة في الجوّ ترتفع وتتجزّأ بفعل أشعّة الشمس، عندئذٍ يتفاعل الكلور الذي كانت تحتويه مع جزيئات الأوزون ويتلفها. لهذا السبب، حظّر استعمال هذه الموادّ الكيميائيّة في الرذّ في الولايات المتحدة وغيرها من بلدان العالم. يمكن أيضاً موادّ كيميائيّة أخرى مثل أملاح البروم الكربونيّة والأكسيدات النتروجينيّة من الأسمدة أن تلحق الضرر بطبقة الأوزون.

على مدى سنوات عدّة بدءاً من أواخر السبعينات، اكتشف العلماء العاملون في القطب الجنوبيّ خسارة دوريّة لكميّة من الأوزون الجويّ فوق القارة القطبيّة الجنوبيّة. تنشأ «ثغرة» الأوزون في الربيع القطبيّ وتدوم بضعة أشهر قبل أن تغلق مجدداً. وقد أشارت دراسات أخرى استعملت فيها بالونات الرصد الجويّ والأقمار الصناعيّة المناخيّة إلى أنّ نسبة الأوزون الإجماليّة في طبقة الأوزون القطبيّة الجنوبيّة تتضاءل فعلاً. وقد سمح التحليق فوق المناطق القطبيّة الشماليّة بالتأكّد من نشوء مشكلة مماثلة في تلك المنطقة أيضاً. في ١٩٨٧، وقّع ٣٦ بلداً على معاهدة لحماية طبقة الأوزون. وفي ١٩٨٩ اقترحت المجموعة الأوروبيّة فرض حظر تامّ على استعمال الكلوروفلوروكربون في التسعينات وقد أيّد الرئيس الأميركيّ جورج بوش هذا الإجراء. ولمراقبة نضوب الأوزون على صعيد شامل، أطلقت وكالة الفضاء الأميركيّة (NASA) في ١٩٩١ قمراً صناعيّاً بوزن ٧ أطنان لإجراء أبحاث في طبقات الجوّ العليا. يدور القمر حول الأرض على ارتفاع ٦٠٠ كم ويقيس التغيّرات التي تطرأ على الأوزون في الإرتفاعات المختلفة وهو يزوّد العلماء أوّل صورة كاملة عن كيميائيّة طبقات الجوّ العليا.



يبيّن هذا الرسم فجوة الأوزون



▲ مصنع سكر

معمل فولاذ في نوفا سكوشا ▼




أبو ظبي
أثيوبيا
أذربايجان
الارجنتين
الاردن
أرمينيا
أروبا
اسبانيا
استراليا
إستونيا
أسنسيون
افريقيا الوسطى
أفغانستان
الإكوادور
ألبانيا
ألمانيا
الإمارات العربية المتحدة
ام القيوين
انتيجوا وباربودا
الأنتيل الهولندية
أنجولا
أنجويلا
أندورا
أندونيسيا
الاوروجواي
أوزبيكستان
أوغندا
أوكرانيا
ايران
ايرلندا
ايريتريا
ايسلاندا
ايطاليا
بابوا-غينيا الجديدة
الباراجواي
باربادوس
الباكستان
بالاو
باناما
الباهاما
البحرين
البرازيل
البرتغال
برمودا
بروناي
بلجيكا
بلغاريا
بنجلادش
بنين
بهوتان
بوتسوانا
بورتوريكو
بوركينا فاسو
بوروندي
بوسنيا وهرتسيجوفينا
بولونيا
بوليفيا
بولينيزيا الفرنسية
بيتكايرن
البيرو
بيليز
تاجيكستان
تانزانيا
تايلاند
تايوان
تركس وكايكوس
تركيا
تريستان
ترينيداد وتوباجو
التشاد
التشيك
تشيلي
توجو
توركمينيستان
توفالو
تونجا
تونس
الجابون
جامايكا
جامبيا
جبل طارق
جرينادا
جرينلاند
الجزائر
جنوب افريقيا
جواتيمالا
جويانا
جيبوتي
جيورجيا
الدانمارك
دبي
الدومينيك
الدومينيكان
جزر الرأس الاخضر
رأس الخيمة
رواندا
روسيا
روسيا البيضاء
رومانيا
زامبيا
زيمبابويه
سالومون
ساموا الاميركية
ساموا الغربية
سانتا ايلينا
سانتا لوتشيا
سان ڤينسانت وجرينادين
سان كريستوفر ونيفيس
سان مارينو
ساو تومه وبرنسيب
سري لانكا
السلفادور
سلوفاكيا
سلوفينيا
سنغافورة
سوازيلاند
السودان
سوريا
سورينام
السويد
سويسرا
السيشل
السينيجال
سيراليون
الشارقة
شاطىء العاج
صربيا
الصومال

الصين | عجمان | العذراء الاميركية | العذراء البريطانية | العراق | عمان | غانا | غينيا

غينيا الاستوائية | غينيا بيساو | الفاتيكان | فانواتو | فارو | الفجيرة | فرنسا | فلسطين

فنلندا | فولكلاند | فيجي | الفيليبين | فنزويلا | فيتنام | قبرص | قطر

كازاخستان | كامبودجيا | الكاميرون | الكايمان | كرواتيا | كندا | كوبا | كوريا الجنوبية

كوريا الشمالية | كوستاريكا | جزر كوك | كولومبيا | جزر الكومور (القمر) | الكونغو | الكونغو (زائير) | الكويت

كيرجيزستان | كيريباتي | كينيا | لاتفيا | لاوس | لبنان | لوكسامبورج | ليبيا

ليبيريا | ليتوانيا | ليسوتو | ليشتنشتاين | مارشال | مالاجاسي | مالاوي | المالديف

مالطا | مالي | ماليزيا | مان | مصر | المغرب | مقدونيا | المكسيك

المملكة العربية السعودية | المملكة المتحدة | منجوليا | موريتانيا | موريشس | موزمبيق | مولدافيا | موناكو

مونتسيرات | ميانمار | ميكرونيزيا | ناميبيا | النروج | النمسا | نورو | النيبال

النيجر | نيجيريا | نيفيس | نيكاراجوا | نيوزيلاندا | نيوي | هايتي | هنجاريا

الهند | هولندا | هونج كونج | الهندوراس | واليس وفوتونا | الولايات المتحدة | اليابان | اليمن

اليونان

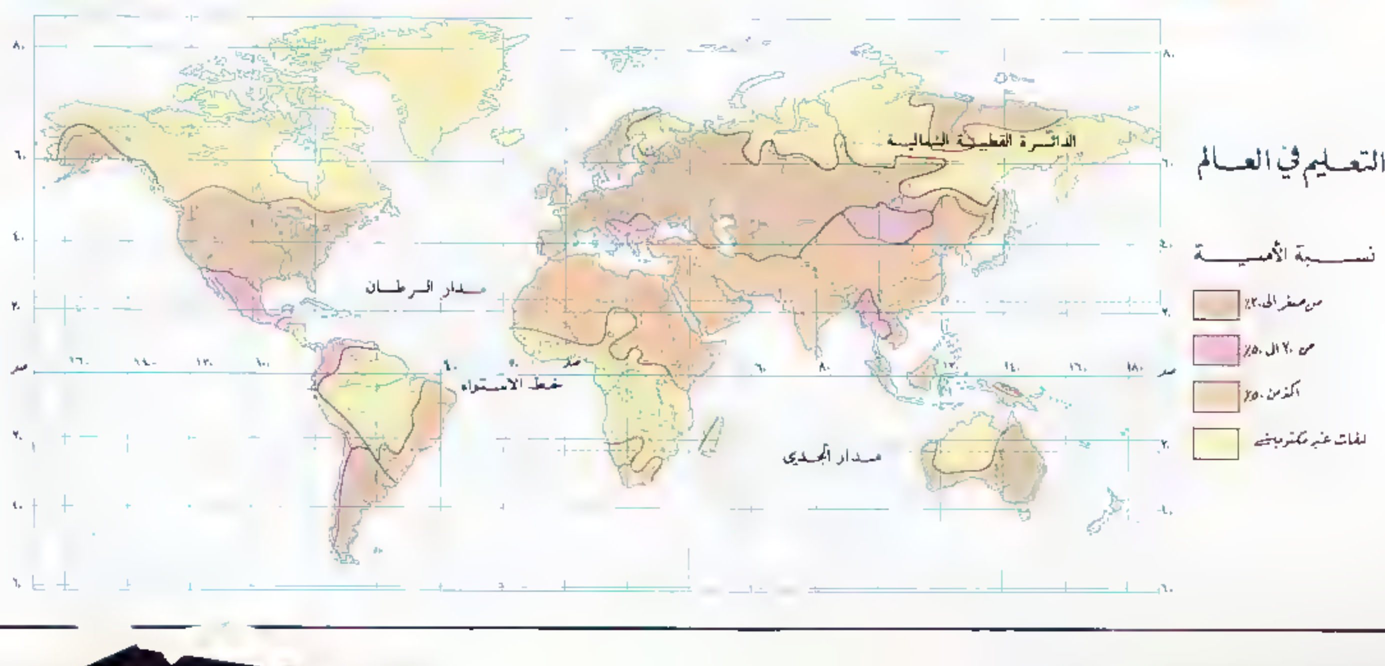
المؤسسات والمنظمات الدولية

الالعاب الاولمبية | بينيلوكس | تجمع اتحاد أوروبا الغربية | تجمع دول جنوب شرقي آسيا | جامعة الدول العربية | السوق الاوروبية المشتركة | الصليب الاحمر | القطب الجنوبي

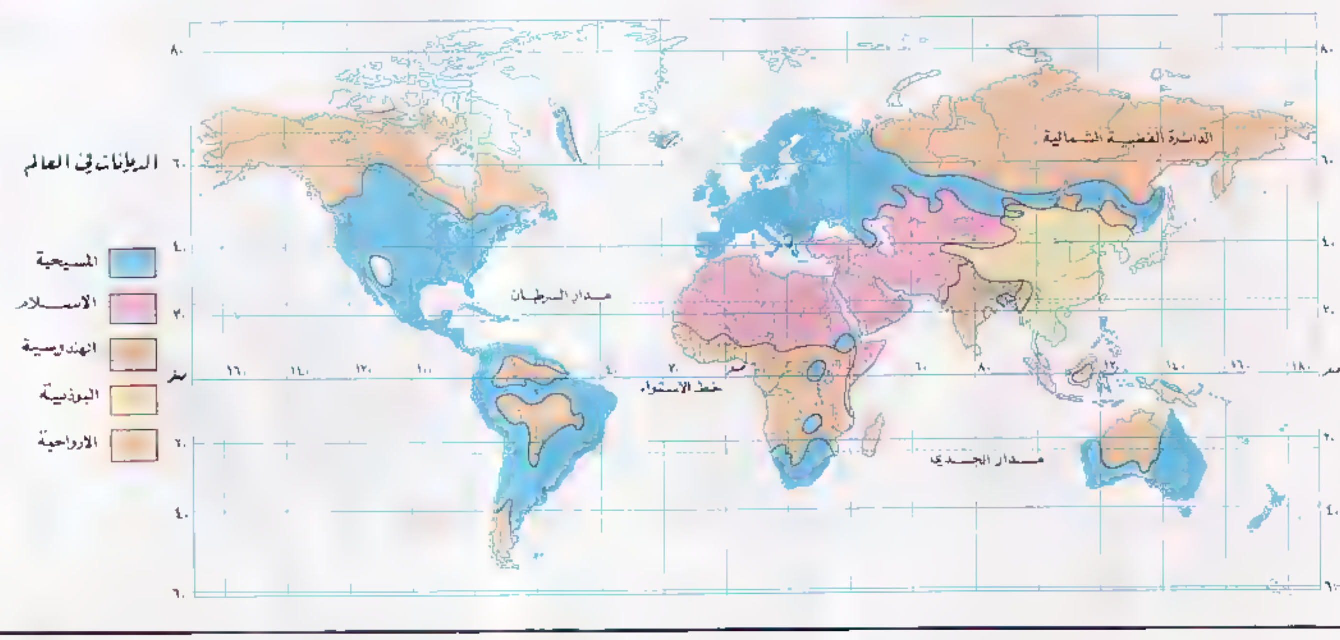
الكومنولث البريطاني | لجنة الدانوب | لجنة الرين الوسطى | لجنة المحيط الجنوبي | مجموعة الدول المستقلة | مستشارية اتحاد أوروبا الغربية | المستشارية الاسكندينافية | مشروع كولومبو

منظمة الامم المتحدة | منظمة الدول الاميركية | منظمة الدول الاميركية الوسطى | منظمة الفحم والصلب الاوروبية | منظمة معاهدة شمال الاطلسي | منظمة الوحدة الافريقية | مؤتمر الدول الفرانكوفونية | الهلال الاحمر

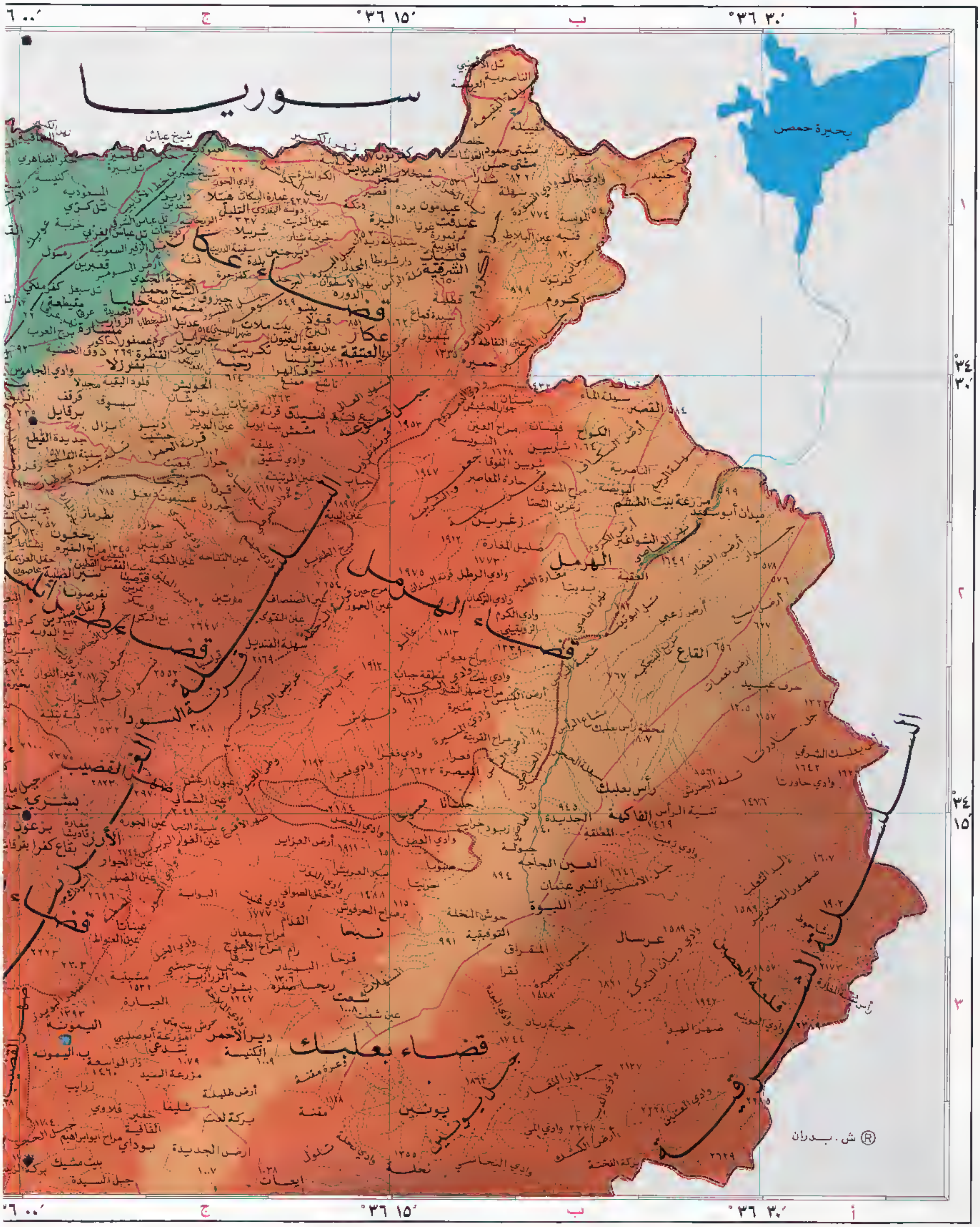

جمهورية روسيا
كازاخستان
منغوليا
الصين
التيبت
الهند
إيران
أفغانستان
المملكة العربية السعودية
اليمن
بحر العرب
المحيط الهندي
السودان
تشاد
الجزائر
أثيوبيا
الصومال
زائير
أنغولا
ناميبيا
زامبيا
مدغشقر
أستراليا
اندونيسيا
الفيليبين
المحيط الهادي
بحر تاسمان
تاسمانيا
نيوزيلاندا
بحر الفلبين
بحر كورال
مدار الجدي
مدار السرطان
الدائرة القطبية الجنوبية
الدائرة القطبية الشمالية
بحر بارنتس
بحر كارا
بحر أوخوتسك
بحر بيرنغ
خط الاستواء
خطوط الطول شرقي جرينتش
مدينة الكاب
ارض ويلكس
أرض الملكة مود


الدائرة القطبية الشمالية
مدار السرطان
خط الاستواء
مدار الجدي
التعليم في العالم
نسبة الأمية
من صفر الى ٢٠٪
من ٢٠ الى ٥٠٪
أكثر من ٥٠٪
لغات غير مكتوبة


المحيط المتجمد الشمالي
الاسكا
كندا
خليج هدسون
نيوفوندلاند
الولايات المتحدة
خليج المكسيك
كوبا
بحر الكاريبي
مدار السرطان
جزر هاواي
المحيط
الهادئ
كيريباتي
خطوط الطول غرب جرينتش
كولومبيا
فنزويلا
البرازيل
بوليفيا
باراجواي
مدار الجدي
جزر فوكلاند
الدائرة القطبية الجنوبية
بحر ويدل
بحر روس
القارة المتجمدة الجنوبية
ش. بدران

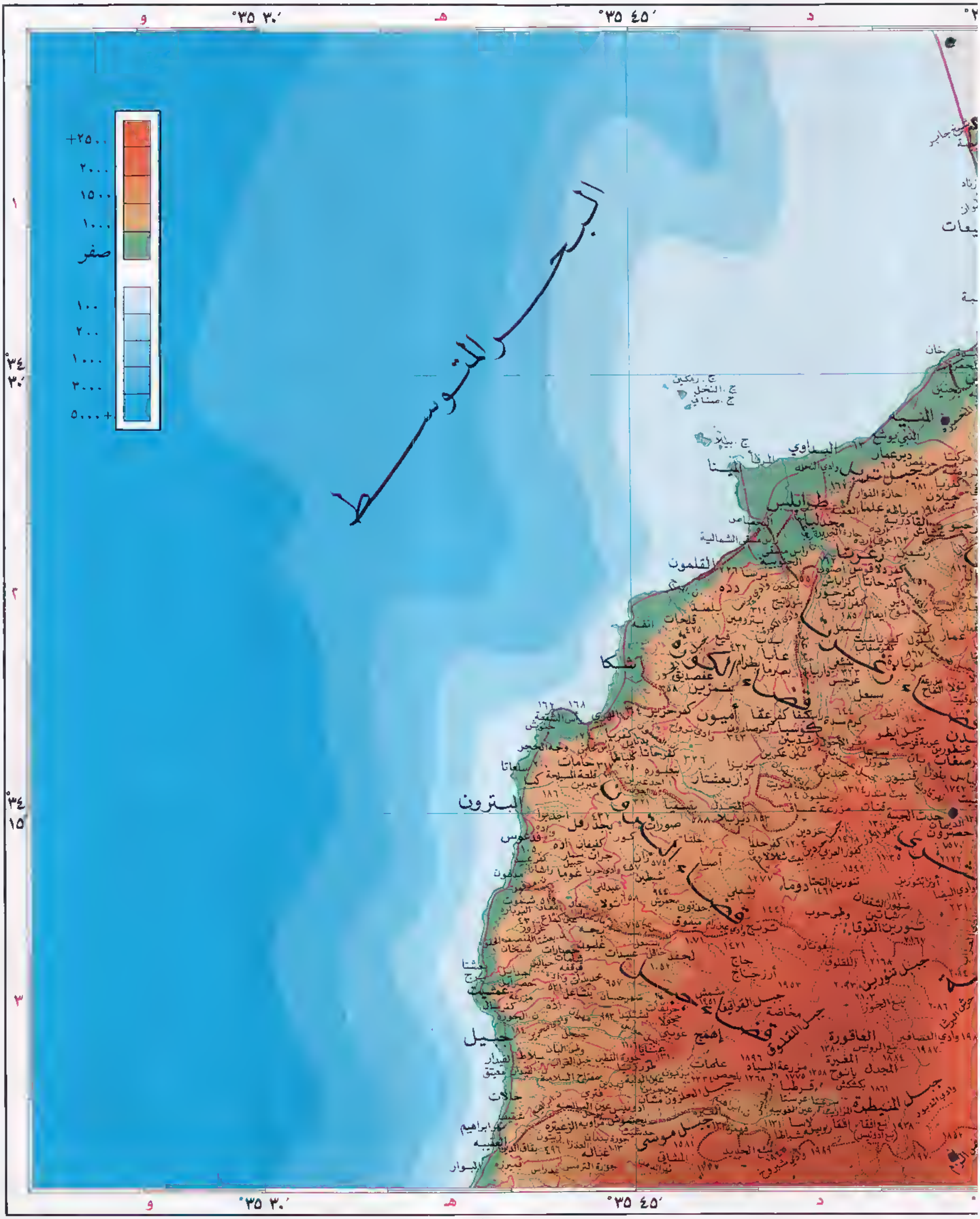

الديانات في العالم
المسيحية
الاسلام
الهندوسية
البوذية
الارواحية
الدائرة القطبية الشمالية
مدار السرطان
خط الاستواء
مدار الجدي

الجمهوريّة اللبنانيّة (١)

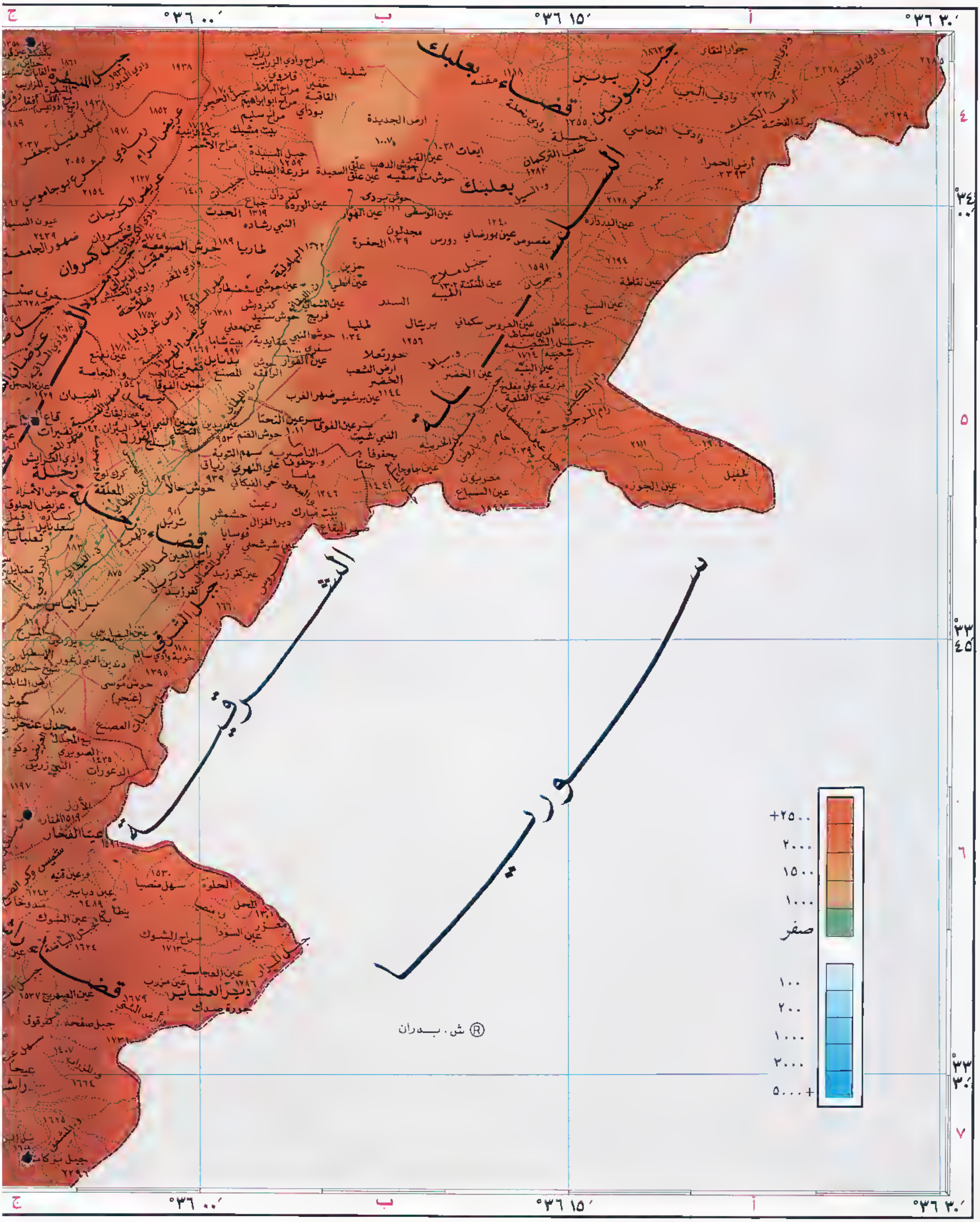


٣٠ كلم ٢٠ ١٠ ٠

خريطة رقم ١

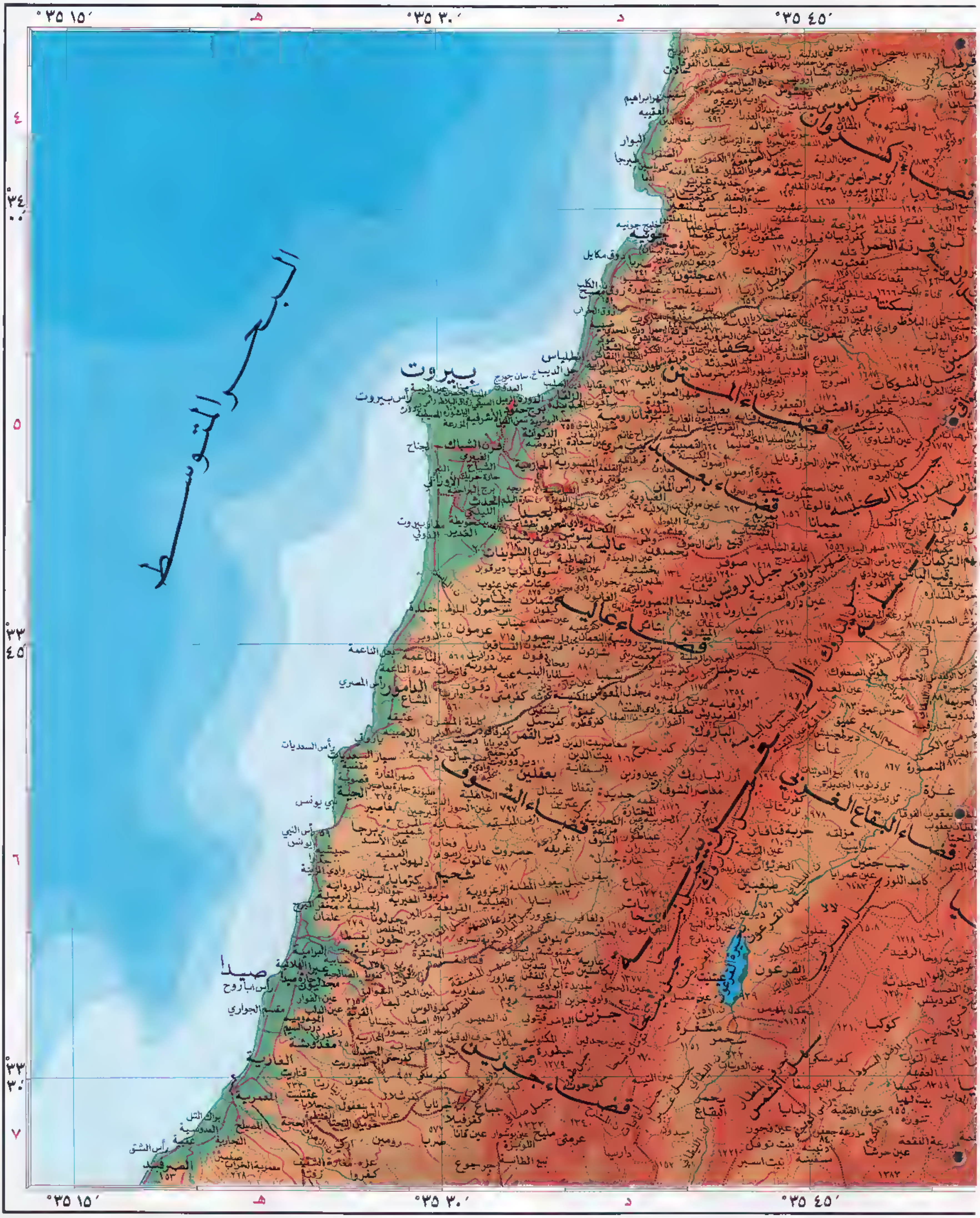


و
°٣٥ ٣٠´
هـ
°٣٥ ٤٥´
د
+٢٥٠٠
٢٠٠٠
١٥٠٠
١٠٠٠
صفر
١٠٠
٢٠٠
١٠٠٠
٢٠٠٠
+٥٠٠٠
البحر المتوسط
طرابلس
الميناء
البداوي
المنية
القلمون
شكا
البترون
جبيل
زغرتا
صور
حالات


سوريا
قضاء بعلبك
بعلبك
قضاء زحلة
زحلة
ديرالعشاير
عين بورضاي
مجدلون
دورس
طاريا
الحدث
سرعين الفوقا
النبي شيت
حوش حالا
طليا
بريتال
عين الجوزة
الطفيل
ارض الجديدة
شليفا
+٢٥٠٠
٢٠٠٠
١٥٠٠
١٠٠٠
صفر
١٠٠
٢٠٠
١٠٠٠
٢٠٠٠
+٥٠٠٠
٣٦° ٠٠´
٣٦° ١٥´
٣٦° ٣٠´
٣٤° ٠٠´
٣٣° ٤٥´
٣٣° ٣٠´
ج
ب
أ
٤
٥
٦
٧
® ش. بدران

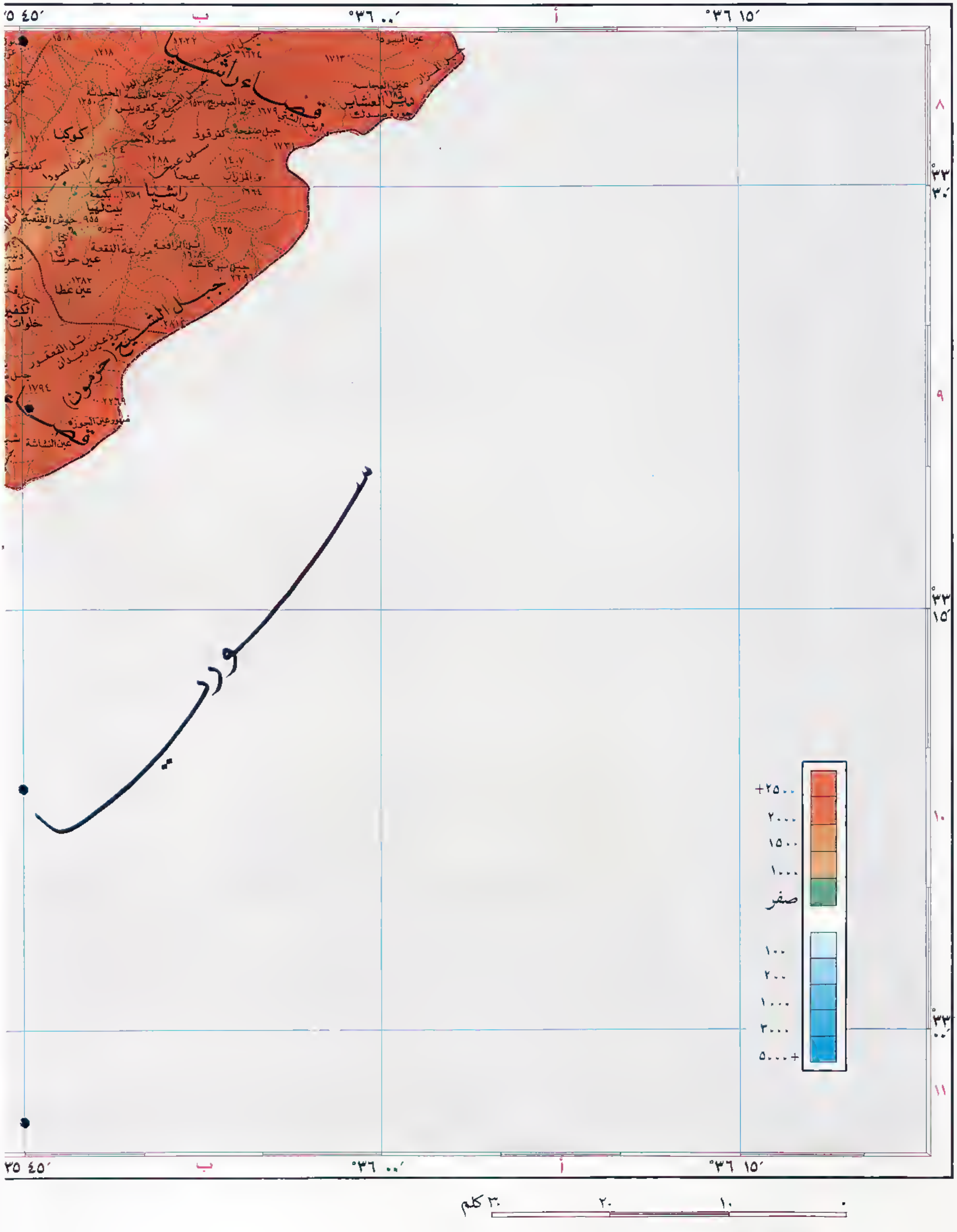
٠ ١٠ ٢٠ ٣٠ كلم

خريطة رقم ١٠



البحر المتوسط
بيروت
رأس بيروت
جونيه
صيدا
رأس ابا روح
عاليه
بكفيا
بعبدا
جزين
الدامور
قضاء المتن
قضاء بعبدا
قضاء عاليه
قضاء الشوف
قضاء جزين
قضاء البقاع الغربي
جبل الباروك
جبل نيحا
صنين
زحلة
مشغرة
الخيام
رأس الشق
الصرفند
٣٥ ١٥´
٣٥ ٣٠´
٣٥ ٤٥´
٣٤ ٠٠´
٣٣ ٤٥´
٣٣ ٣٠´
هـ
د
٤
٥
٦
٧

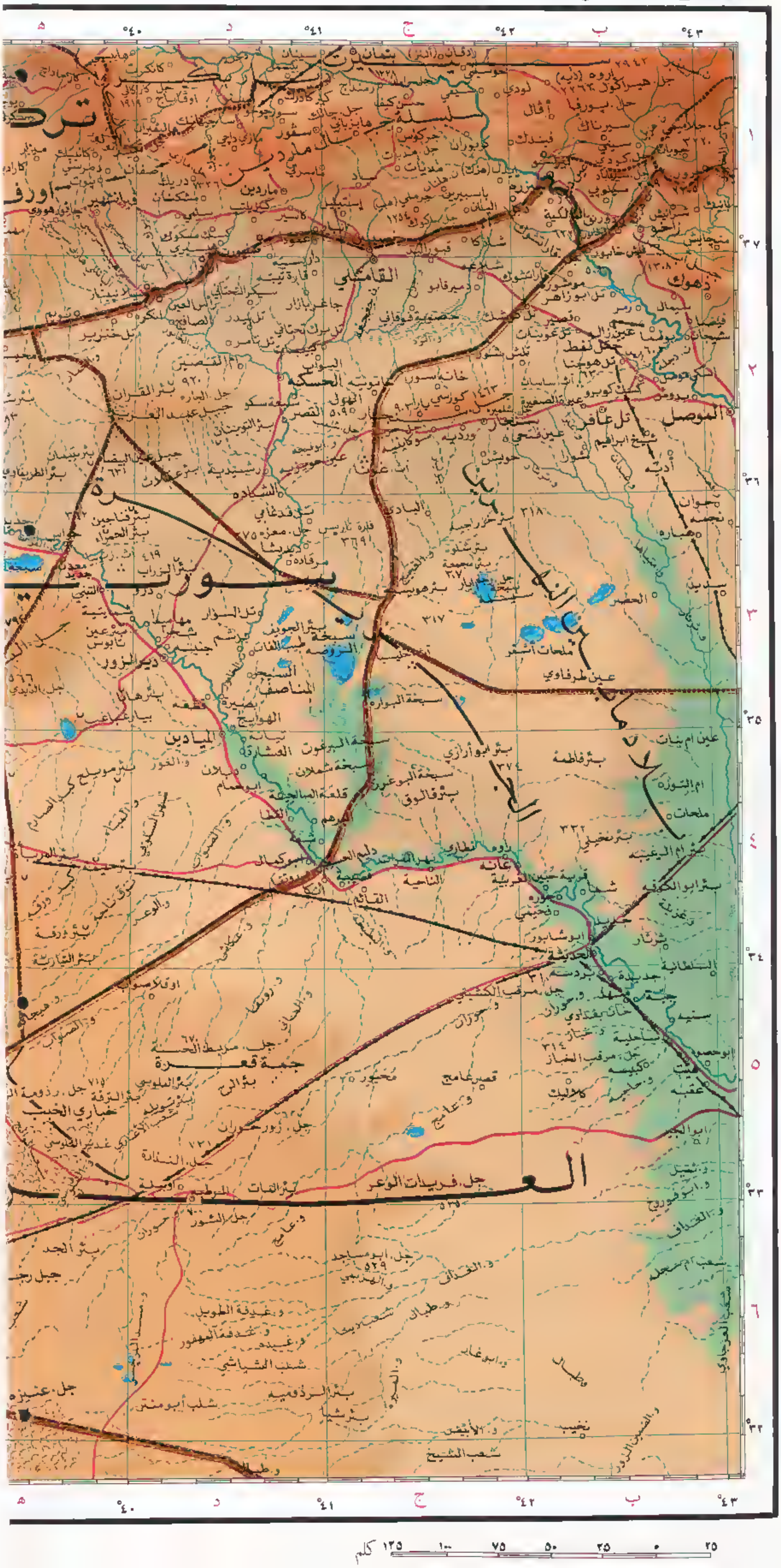
الجُمهوريَّة اللبنانيَّة (٣)



خريطة رقم ١



البحر المتوسط
صيدا
صور
النبطية
مرجعيون
حاصبيا
جزين
بنت جبيل
قضاء النبطية
قضاء صور
قضاء بنت جبيل
قضاء مرجعيون
قضاء جزين
الناقورة
ش. بدران




سوريا: قلعة رومانية قرب نهر الفرات.


سوريا: آثار معبد بعل.

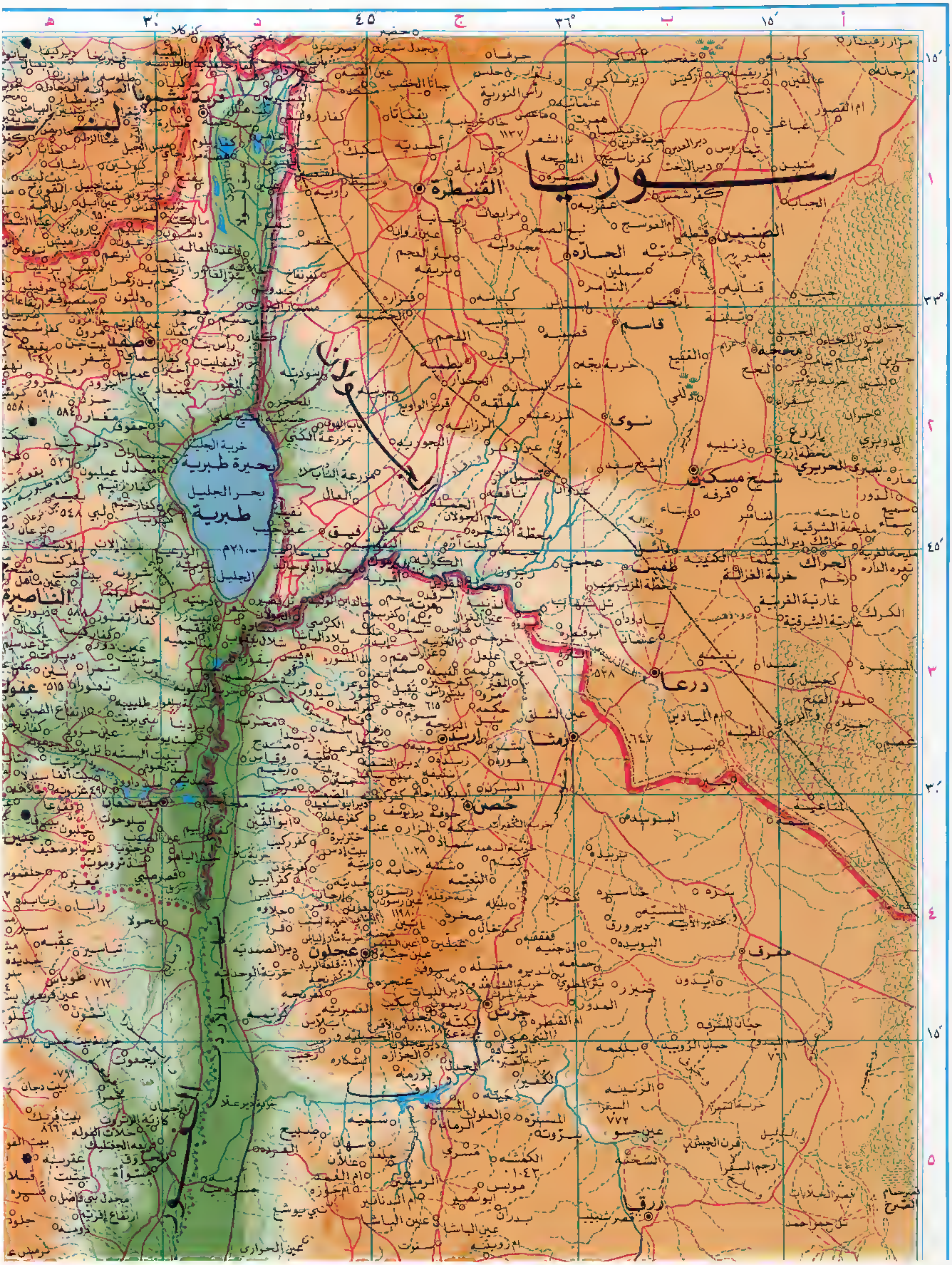

الأردن: قلعة الصليبيين في مدينة كرك.


الأردن: قصر الأزرق.

خريطة رقم ٢.



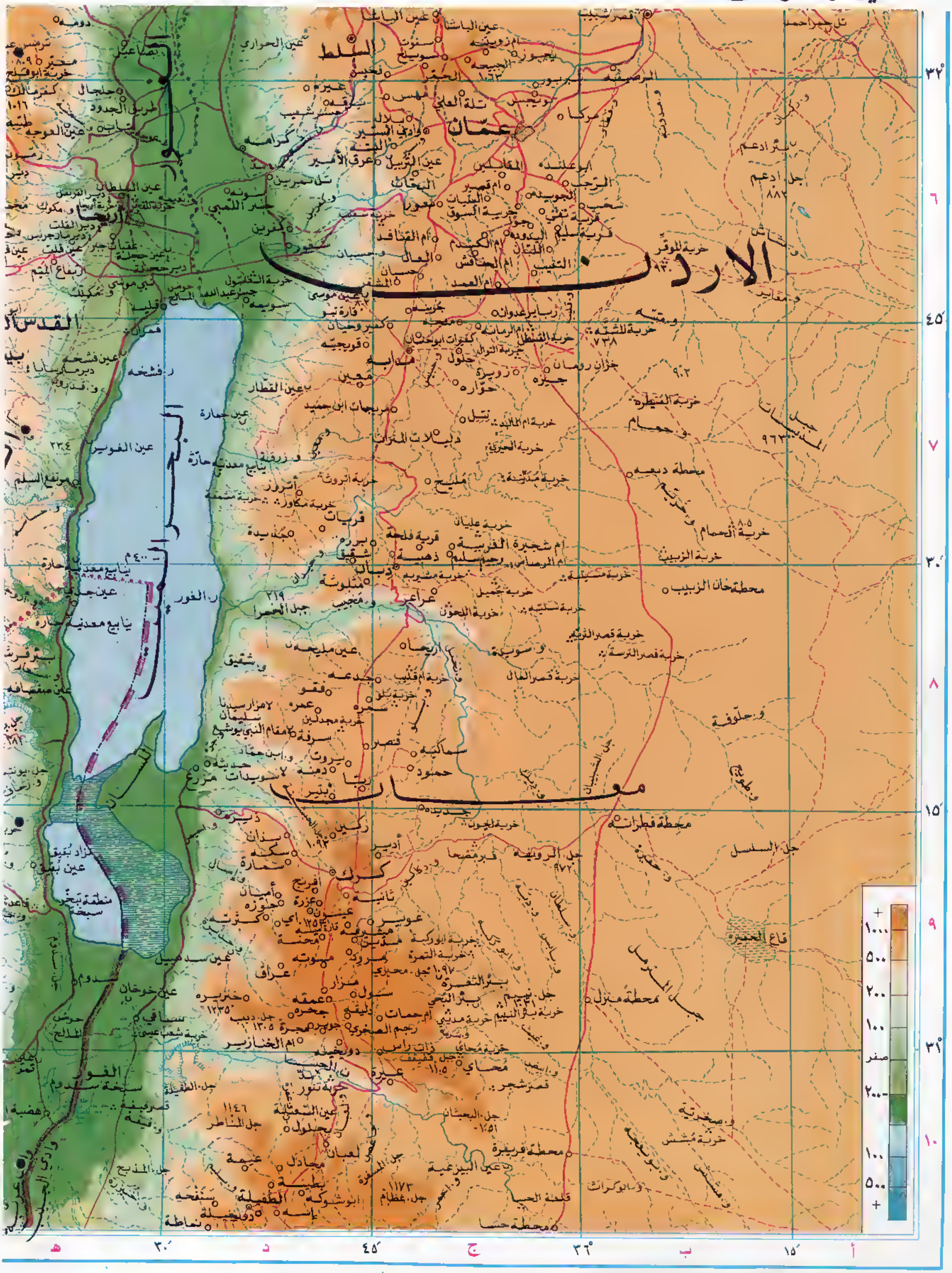
البحر المتوسط
ج. قبرص
جبال طوروس
لبنان
الأردن
حلب
حماه
حمص
تدمر
دمشق
بيروت
طرابلس
صيدا
صور
اللاذقية
طرطوس
جبلة
بانياس
ادلب
الرقة
عمان
حيفا
يافا
القدس الشريف
عسقلان
أشدود
تل أبيب
ناتانيه
نابلس
طولكرم
عكا
نهاريه
الناقورة
الرصافة
السخنة
الحمام
اورفا
منبج
الباب
ديبسي
سيليفكه
فاماجوستا
قاروشا
لارنكا
ليماسول
ج. اكروتيري
ج. كليدس
كيرينيا
طراق العلب
جبل رماتا
جبل الطنف
تلول الاشاقف
خبرات البردويل
قصر الازرق
ش. بدران


سوريا
القنيطرة
درعا
بحيرة طبرية
بحر الجليل
طبرية
عجلون
جرش
اربد
الرمثا
حصن
الزرقاء
شيخ مسكين
الناصرة
صفد
بيسان

خريطة رقم ٣٠



صور
رأس الناقورة
نهاريه
عكا
حيفا
قرية عطا
ذكرون يعقوب
هديرا
نتانيه
طولكرم
نابلس
هرزليه
تل ابيب - يافا
® ش . بدران



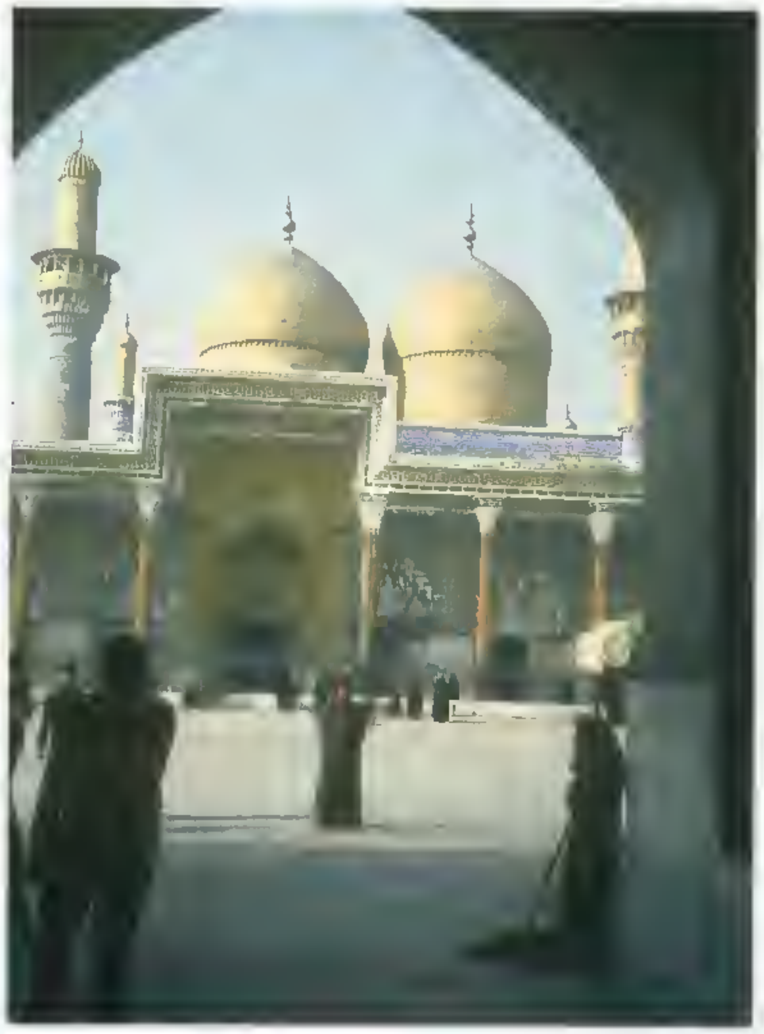
سلم ١ : ٠٠٠ ٧٥٠ ٤

خريطة رقم ٣.



مصر
غزة
قطاع غزة
خان يونس
رفح
دير البلح
عسقلان
اسدود
اللد
رام الله
بيت لحم
الخليل
بئر سبع
النقب
عرق الخلاصه
جبال الخليل
بيت جبرين
دورا
السموع
الظاهرية
جفولوت
خط الطول ٣٥° شرقي جرينتش

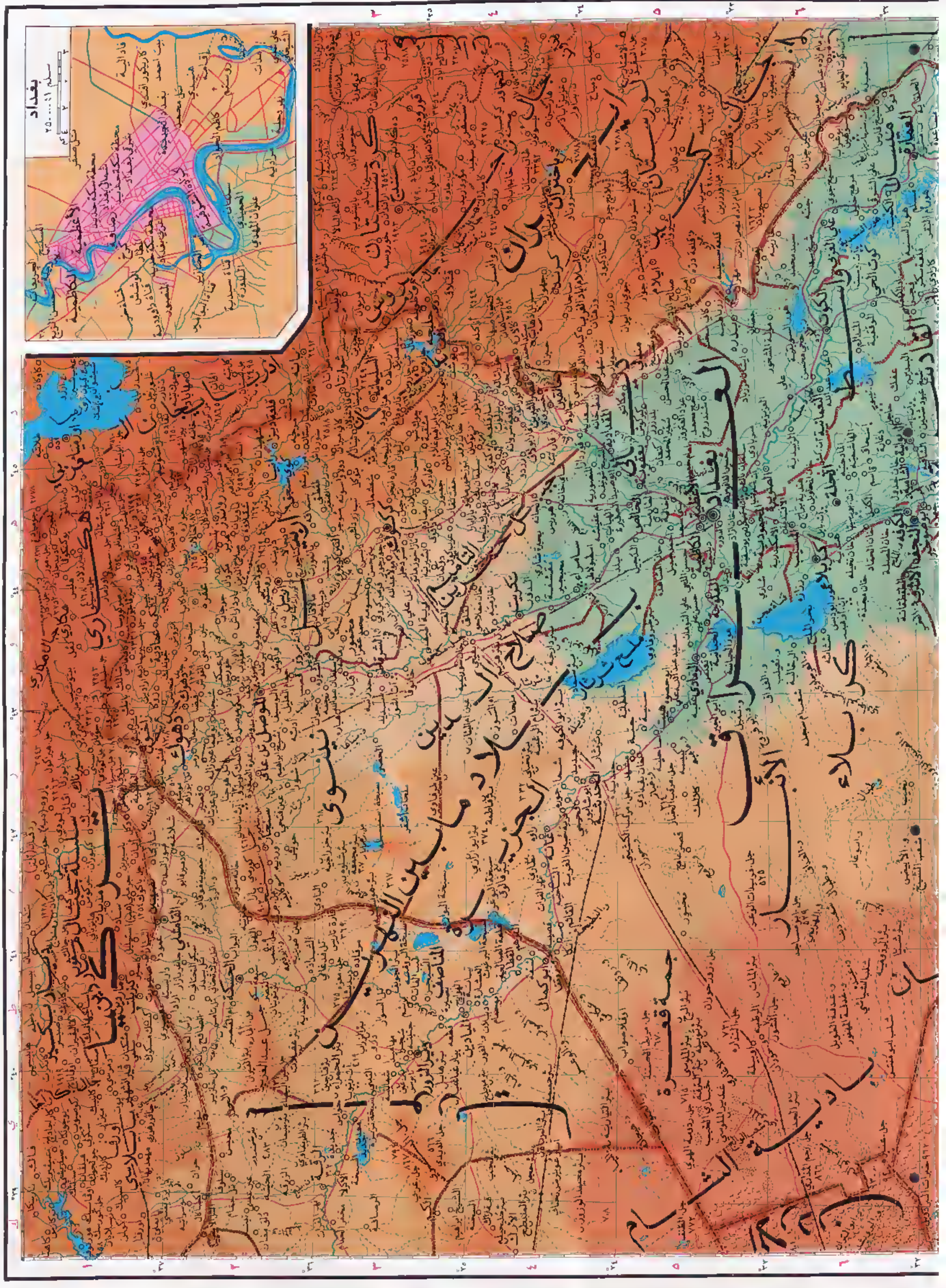


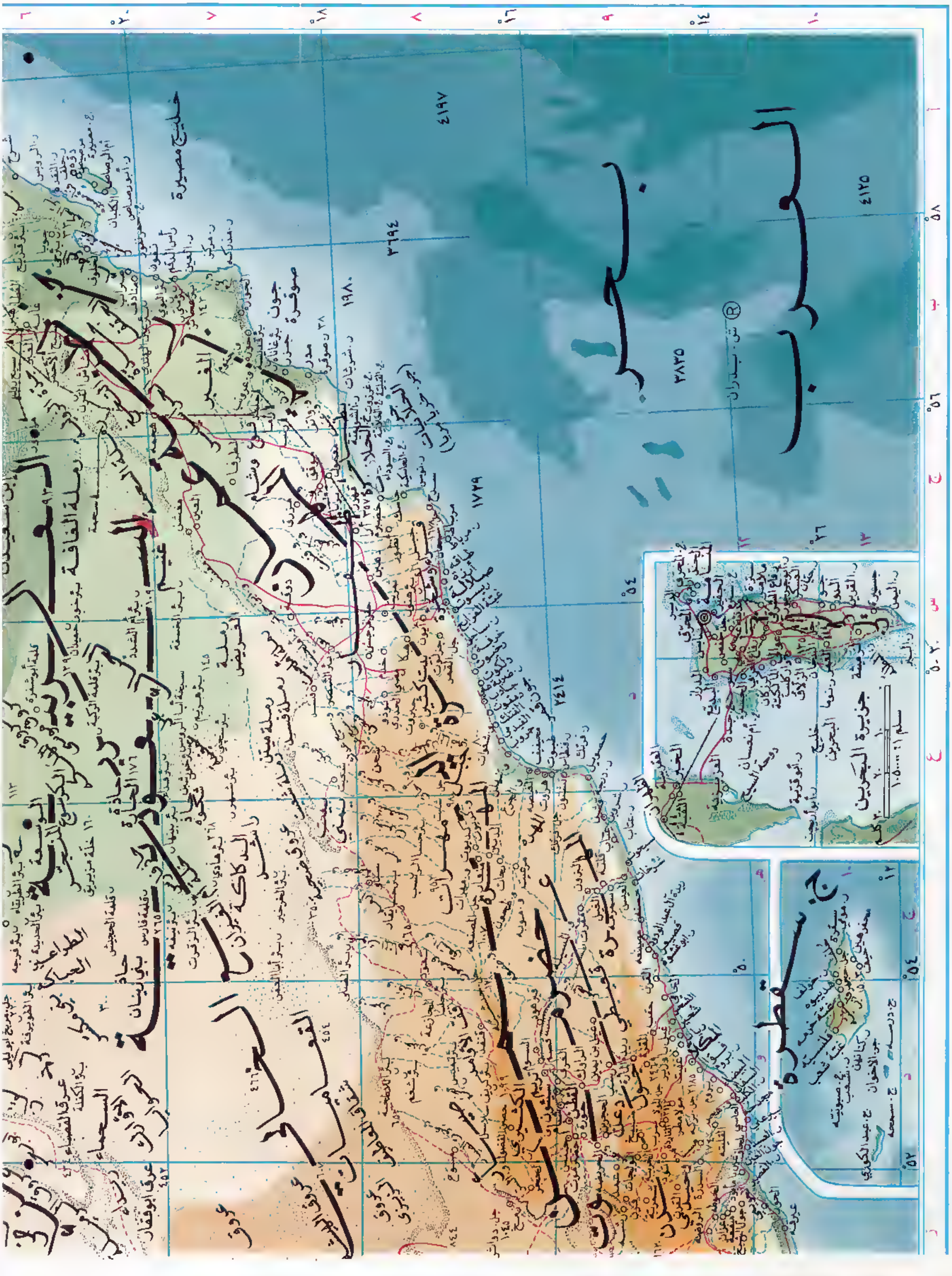


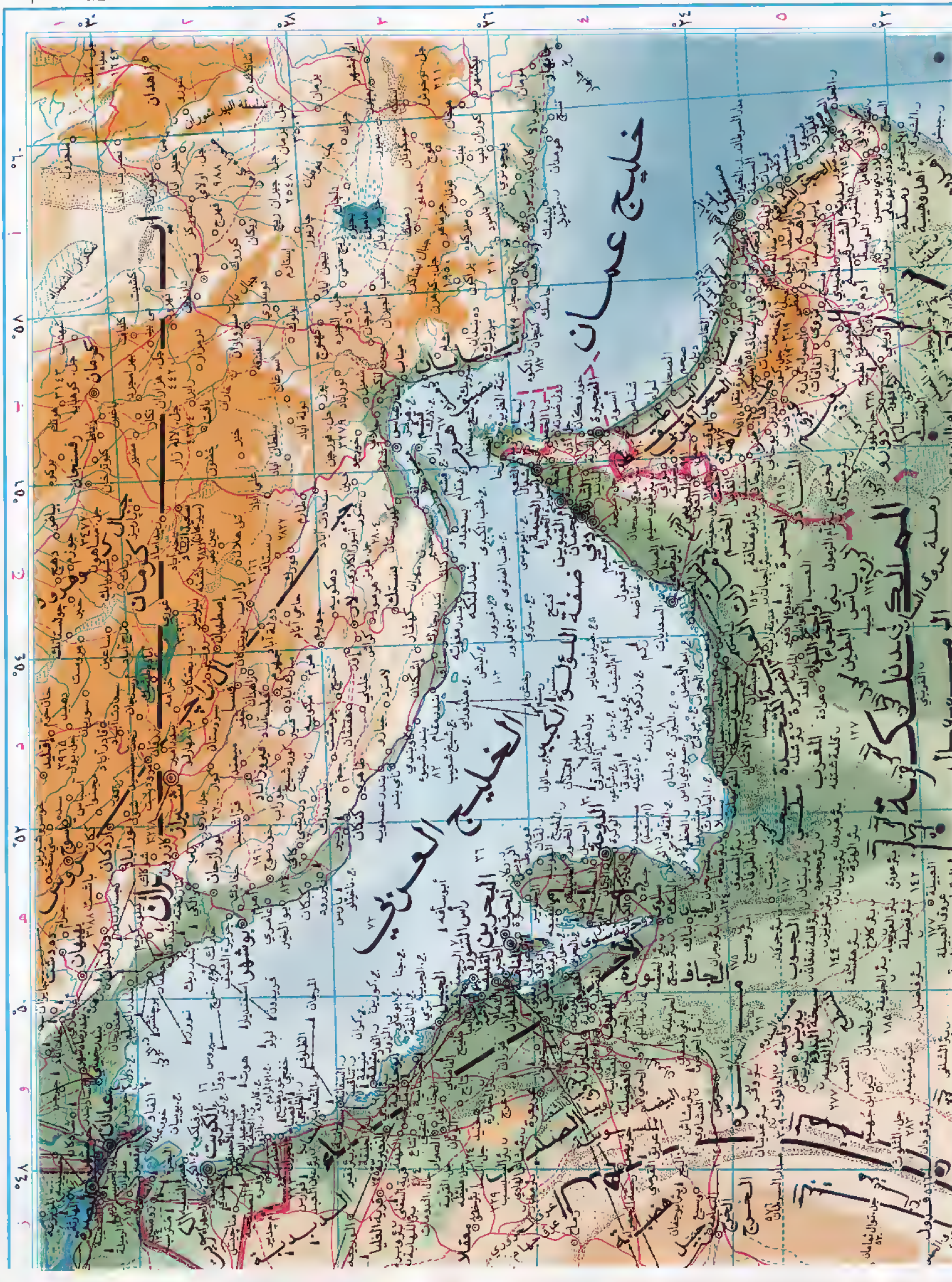
العراق: مقام الإمامين في الكاظمية، بغداد.



العراق: مشهد لاحتراق الغاز الطبيعي في الليل.




بحر العرب
خليج مصيرة
جزيرة البحرين
ج. سقطرة


خليج عمان
الخليج العربي
الكويت
البحرين


خليج عدن
عدن
اليمن
البحر
سلم ١ : ٤٧٥٠٠٠٠٠

خريطة رقم ٥



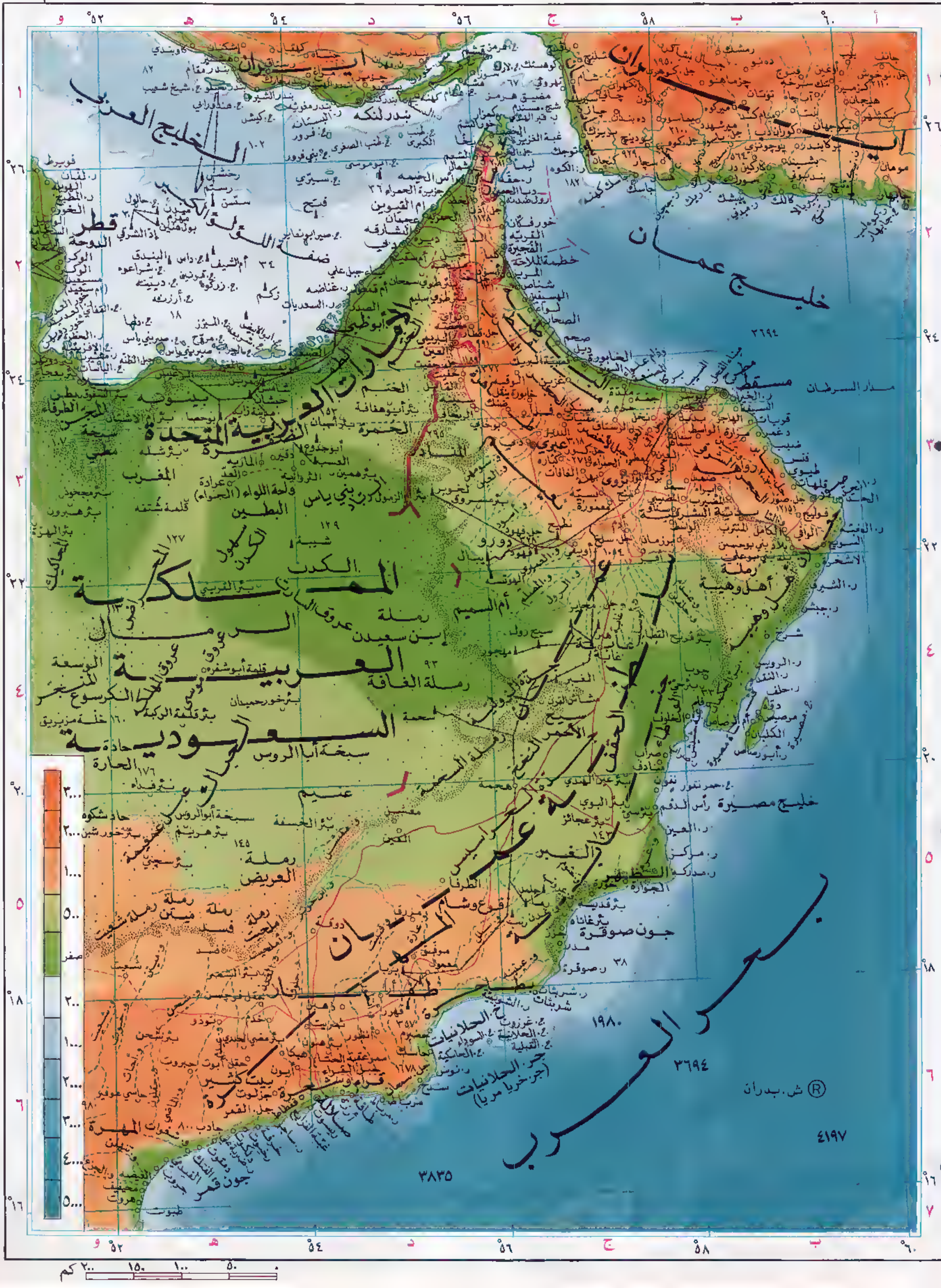


سلم ١ : ١١٠٠٠٠٠

٦٠ كم ٥٠ ٤٠ ٣٠ ٢٠ ١٠ ٠


قطر
الدوحة
البحرين
المنامه
المحرّق
الخليج العربي
خليج البحرين
المملكة العربية السعودية
الإمارات العربية المتحدة
الدمام
الخبر
الظهران
الحد
الجفير
البديع
مدينة عيسى
ستره
الرفاع الشرقي
الرفاع الغربي
عوالي
الزلاق
الدور
الرميثة
ج. المحرّق
ج. ام النعسان
الرويس
مدينة الشمال
المفجر
الغارية
فويرط
الخوير
الجساسية
الهويلة
ر. لقان
الزبارة
السدرية
الكعبان
الغويرية
روضة الفرس
الذخيرة
الخور
ر. المطبخ
ر. النوف
سميسمة
الجميلية
ام عبيرية
ام صلال علي
ام صلال محمد
الوسيل
الشحانية
البريدات
السخامه
النصرانية
مدينة خليفة
الريّان
ر. ابوعبود
ر. أبوفنطاس
الوكرة
الوكير
ابونخلة
مخيس
الكرعانه
مسيعيد
(ام سعيد)
ر. العلاك
ميناء مسيعيد
الخرارة
جوه
مزرعة ترينة
خور العديد
ر. العديد
ابوقميص
العديد
خور دويهن
ر. الحظره
ج. القفاي
ج. دلما
ج. صيربني ياس
صيربني ياس
جبل الظنّه
الرعيس
الشويهات
سيلع
ج. الياسات
ر. مشيرب
ج. الإفزيئيه
ابوسمرة
سلوى
غار الدريد
بئرالخيصه
السكك
بئربعيج
نباك
بئردويهن
بئرالعبد
بئربحران
بئرالسفوق
بئروسيع
بطن الطرفاء
سبخة مطي
بينونه
بئرام الأشتان
خريت
بئرجزون
الجنوب
العقير
ر. دخان
ر. الغارية
ر. ام حيش
ر. البرّ
ر. عشيرق
ر. ركان
جزرحوار
جزر الدواخيل
دخان
زكريت
الحطية
ام باب
خليج سلوى
ج. حالول
ميدن
مهزم
إذ الشرقي
بول هنين
البندق
ج. شراعوه
ج. ديّينه
ج. أرزنه
ش. بدران
°٥٢
°٢٦
°٢٤
١٠٠كم ٨٠ ٦٠ ٤٠ ٢٠ ٠


خليج عُمان
الخليج العربي
إيران
عُمان
قطر
الدوحة
أبوظبي
دبي
الشارقة
عجمان
أم القيوين
رأس الخيمة
الفجيرة
المملكة العربية السعودية

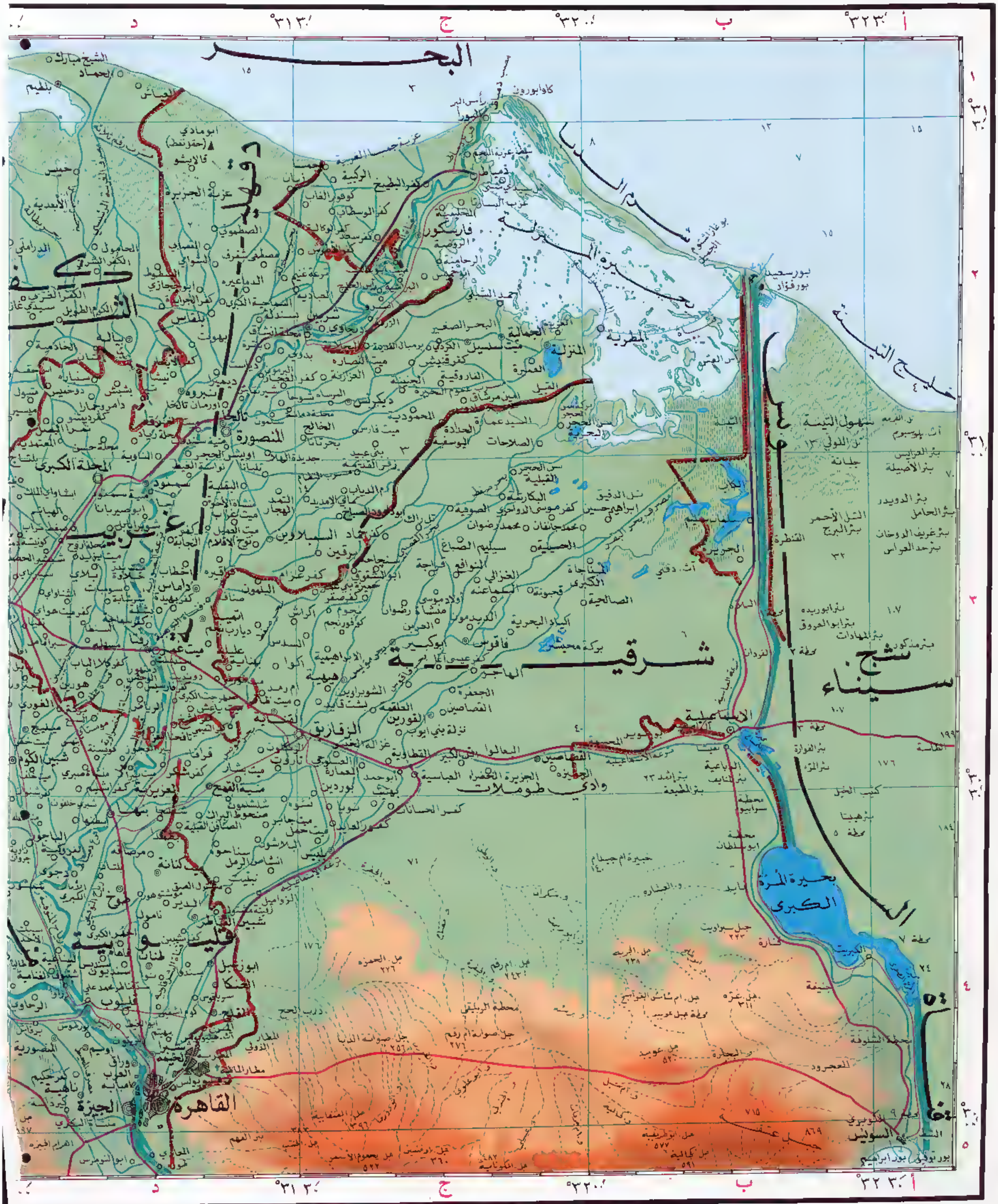

إيران
الخليج العربي
قطر
الدوحة
خليج عمان
مسقط
الإمارات العربية المتحدة
أبوظبي
المملكة العربية السعودية
بحر العرب
بندر لنكه
جزيرة الحمراء
الشارقة
الفجيرة
صحار
عبري
نزوى
الربع الخالي
الظفار
جزر الحلانيات
خليج مصيرة
جون صوقرة
رأس الحد
مدار السرطان
ش. بدران
٢٠٠ كم

جُمهُوريَّة مَصر العَربيَّة



٠ ٥٠ ١٠٠ ١٥٠ ٢٠٠ كلم


البحر المتوسط
خليج سرت
طرابلس
بنغازي
سيرينايكا
تريبوليتانيا
الجبل الغربي
حمادة الحمراء
الجماهيرية العربية الليبية الشعبية الاشتراكية العظمى
سرير
كلانشو
فزان
إدهان
مرزق
بحر الرمال ربيانة
سرير تيبستي
الصحراء الكبرى
تيبستي
بوركو
تودبلي
ديفا
كانم
جمهورية مصر العربية
السودان



السلم ١ : ٧٥٠٠٠٠

٠ ١٠ ٢٠ ٣٠ ٤٠ ٦٠ كم


البحر المتوسط
خليج ابوقير
بحيرة ادكو
بحيرة مريوط
بحيرة البرلس
الاسكندرية
رشيد
دمنهور
البحيرة
مديرية التحرير
الصحراء الغربية
وادي النطرون
وادي الفارغ
خليج العرب
الاسكندرية
البحر المتوسط
بحيرة مريوط
ش. بدران


بحر قزوين
أذربيجان الشرقي
أذربيجان الغربي
جيلان
مازندران
كردستان
إيران
لورستان
خوزستان
العراق
واسط
القادسية
بغداد
الموصل
كركوك
كربلاء
النجف الأشرف
البصرة
الكويت
المملكة العربية السعودية
نجد
الخليج العربي
صحراء الحجارة
ظهرة الدبدبة
تبريز
أردبيل
رشت
قزوين
طهران
همدان
قم
أصفهان
شيراز
بوشهر
عبادان
خرمشهر
الأهواز
الظهران
الدمام
البحرين
المنامة
قطر

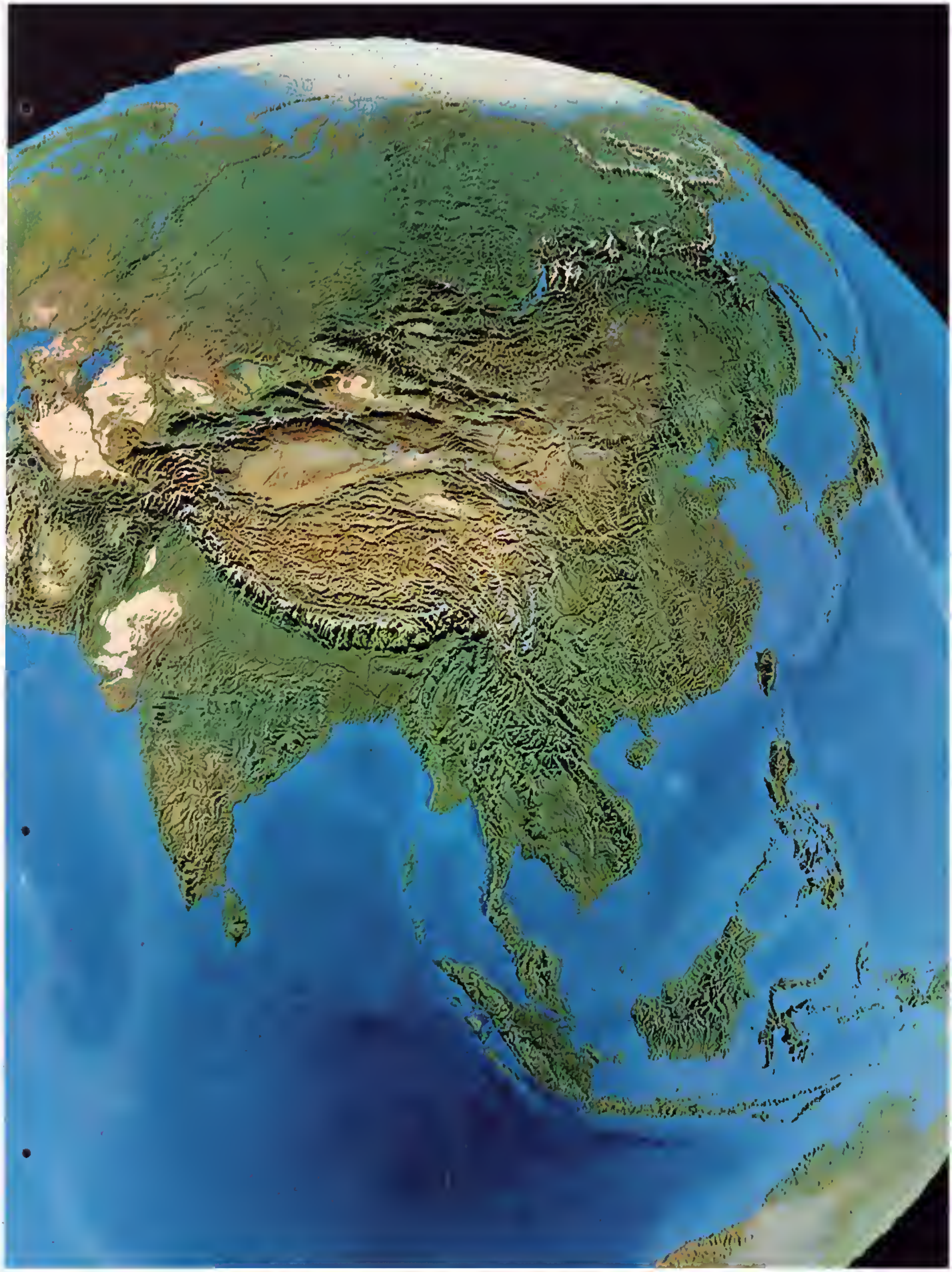
جمهوريّة السُّودان الديمقراطيّة

خريطة رقم ١٤.



خط الطول ٣٠ شرق جرينتش

المقياس ١:٩٬٠٠٠٬٠٠٠



آسيا

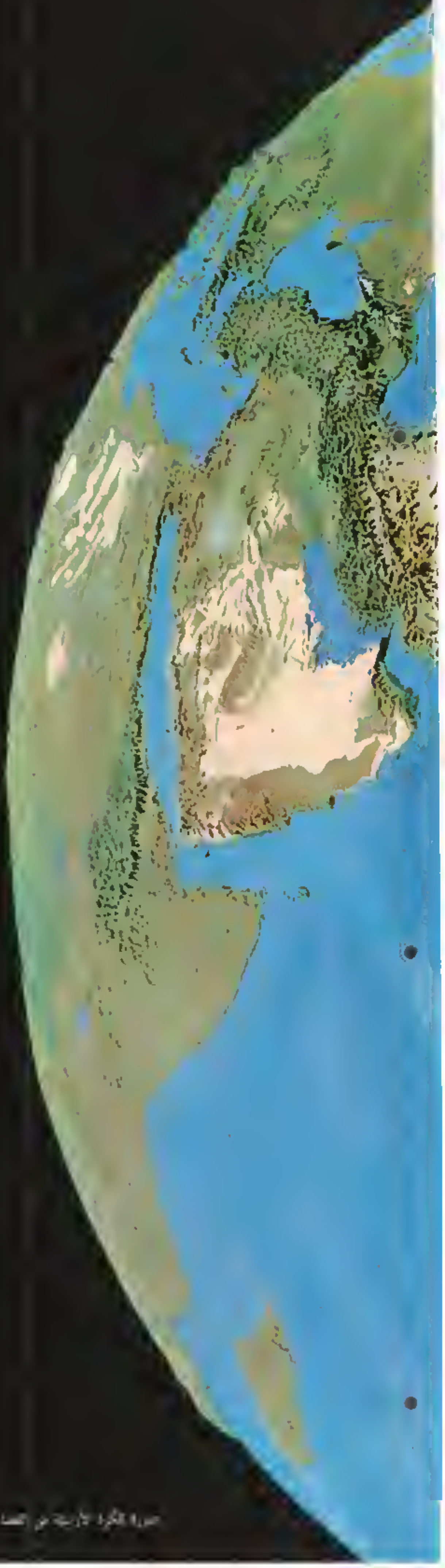
[illegible]

البيئة الطبيعية

[illegible]

التاريخ الجيولوجي

[illegible]



صورة للكرة الأرضية من الفضاء بالأقمار

الأوراسية وصفيحة المحيط الهادىء وصفيحة المحيط الهنديّ. مع الوقت، أدّى الاحتكاك بين هذه الصفائح إلى تكوين السلاسل الجبليّة في البرّ الرئيسيّ لجنوب شرق آسيا. وتتسبّب الحركة البطيئة والمستمرّة للصفائح بالاحتكاك وعدم الاستقرار عميقاً تحت سطح الأرض، ما يؤدّي إلى ظهور البراكين وحدوث الزلازل.

المياه والجزر المحيطة

تحدّ المحيطات قارّة آسيا من ثلاث جهات: المتجمّد الشماليّ في الشمال، والهادىء في الشرق، والهنديّ في الجنوب. ويحفر الكثير من البحار والخلجان الخطّ الساحليّ للقارة، الذي يمتدّ على طول ٥٣,٠٠٠ كيلومتر تقريباً.

إنّ أهمّ البحار الواقعة على طول الحدود الشماليّة الشرقيّة لآسيا هي بحر بيرينغ في أقصى الشمال بين آسيا وأميركا الشماليّة؛ وبحر أوخوتسك، الواقع غربيّ شبه جزيرة كامتشاتكا وشمال جزر كوريل؛ وبحر اليابان (البحر الشرقيّ)، الذي يملأ الحيّز بين اليابان وبرّ آسيا الرئيسيّ؛ والبحر الأصفر الممتدّ بين الصين وكوريا. وتصطفّ جزر كوريل وجزر اليابان الرئيسيّة – هوكايدو وهونشو وشيكوكو وكيوشو – وتايوان في خطّ يمتدّ من الشمال إلى الجنوب.

يحازي بحر الصين الجنوبيّ جنوب شرق آسيا، ويصل البلدان الواقعة على البرّ الرئيسيّ بالفيليبين وأندونيسيا. يقع خليج تونكين بين ڤييتنام وجزيرة هاينان الصينيّة، بينما يفصل مضيق مالاكا الضيّق جزيرة سوماترا الأندونيسيّة عن شبه الجزيرة الماليزيّة. وتقع جزيرة جاڤا في الجهة الأخرى من بحر جاڤا قبالة جزيرة بورنيو، التي هي ثالث أكبر جزيرة في العالم بعد غرينلاند وغينيا الجديدة. إلى الجنوب الشرقيّ من بورنيو، يمتدّ بحر تيمور الذي يفصل جزيرة تيمور الآسيويّة عن قارّة أستراليا.

تقع شبه الجزيرة الهنديّة بين خليج البنغال من الشرق وبحر العرب من الغرب. وتنتشر جزيرة سري لانكا وجزر المالديف ونيكوبار الأصغر حجماً إلى جنوب شبه الجزيرة الهنديّة.

يشكّل خليج عدن (على بحر العرب) والبحر الأحمر والبحر المتوسّط والبحر الأسود قوساً على طول الحافّة الغربيّة لآسيا، توفّر حدوداً طبيعيّة مع أفريقيا وأوروبا. وتؤمّن قناة السويس، وهي مجرى مائيّ اصطناعيّ تمّ شقّه في أواسط القرن التاسع عشر، طريقاً للسفن بين البحر المتوسّط والبحر الأحمر. ويوفّر الخليج العربيّ منفذاً على بحر العرب لكلّ من المملكة العربيّة السعوديّة والعراق والكويت.

السهول والصحاري

تشغل السهول في آسيا مساحة أكبر من أيّ نوع آخر من المعالم الطبيعيّة. ويتكوّن القسم الأكبر من المناطق الغربيّة والشماليّة الشرقيّة في آسيا الروسيّة من السهول. ومن السهول الكبيرة الأخرى، نجد سهلَي نهرَي دجلة والفرات في جنوب غرب آسيا، وسهل نهر الجانج في شمال الهند، وسهل نهر الميكونغ في جنوب شرق آسيا، وسهل نهر يانغ تسي كيانغ في الصين.

تمتدّ الصحاري في الجزء الداخليّ من آسيا شمال جبال الهيمالايا وفي أجزاء كبيرة من جنوب غرب آسيا، لا سيّما في شبه الجزيرة العربيّة. وتمتدّ الصحراء السوريّة، وهي هضبة تنتشر فوقها الصخور والحصى، في جنوب سوريا وشمال شرق الأردن وغرب العراق. وعلى مسافة إلى الجنوب، في جنوب المملكة العربيّة السعوديّة، يمتدّ الربع الخالي الذي يشكّل أكبر جسم رمليّ متّصل في العالم.

وتنتشر أيضاً صحارٍ واسعة في جميع أنحاء آسيا الوسطى. تحتلّ صحراء كاراكوم «الرمل الأسود» القسم الأكبر من تركمنستان؛ وتشغل صحراء كيزيل كوم «الرمل الأحمر»، التي تقع جنوب شرق بحر آرال، الجزء الجنوبيّ من كازاخستان والجزء الشماليّ من أوزبكستان.

تمتدّ صحراء جوبي شرقاً عبر منغوليا إلى منطقة الحكم الذاتيّ في منغوليا الداخليّة التابعة للصين، وتتشكّل هذه الصحراء من هضبة مرتفعة باردة يصل متوسّط ارتفاعها إلى ٩٠٠ متر. إلى الجنوب الغربيّ من صحراء جوبي، تمتدّ صحراء تاكلا ماكان في منطقة الحكم الذاتيّ في شينجيانغ ويغور الصينيّة. وتقع كلتا الصحراوين في ظلّ المطر بالنسبة لجبال الهيمالايا، التي تصدّ حركة الهواء الرطب القادم من المحيط الهنديّ.

سلاسل الجبال

تتشعّب أكبر السلاسل الجبليّة في آسيا بشكل أقواس كبيرة من منطقة پامير في آسيا الوسطى، وهي هضبة تتقاطع فيها تادجيكستان وأفغانستان والصين. إلى الجنوب الشرقيّ من پامير، تمتدّ جبال الهيمالايا على طول ٢٥٧٠ كيلومتراً تقريباً من الحدود بين الهند وپاكستان في الغرب إلى الحدود بين الهند وميانمار في الشرق. وتقع سلسلة جبال كاراكوروم شماليّ جبال الهيمالايا الغربيّة. تضمّ هاتان السلسلتان الجبليّتان أعلى القمم في العالم - باستثناء قمّتين فقط - بما في ذلك جبل ايڤيرست، الذي يقع على الحدود بين التيبت والنيپال. وتمتدّ سلاسل جبليّة أصغر حجماً باتّجاه الجنوب من جبال الهيمالايا الشرقيّة إلى قلب شبه الجزيرة الهنديّة الصينيّة.

إلى شرق وشمال شرق عقدة پامير، تمتدّ جبال كوين لون والتيين شان على أكثر من ١٦٠٠ كيلومتر إلى داخل الصين. إلى الغرب، يمتدّ الهندوكوش إلى وسط أفغانستان. وتمتدّ سلاسل جبليّة متّصلة بالهندوكوش إلى شمال ايران، حيث تُعرف بجبال إلبورز. ويُعرف فرع من الإلبورز بجبال القوقاز بين أوروبا وآسيا.

تمتدّ سلسلة جبليّة منخفضة باتّجاه الجنوب الغربيّ من عقدة پامير إلى غرب پاكستان، حيث تُعرف بسلسلة سليمان. وتمتدّ هذه الجبال بعد ذلك باتّجاه الشمال الغربيّ عبر ايران وصولاً إلى جنوب تركيا، حيث تُعرف بجبال طوروس.

إنّ السلاسل الجبليّة المهمّة الأخرى في آسيا، مثل نلال نان شان الخفيضة في وسط وجنوب الصين، لا تتّصل مباشرة بالسلاسل الجبليّة العالية التي تلتقي في الپامير.

الهضاب

تقع عدّة هضاب بين السلاسل الجبليّة في وسط آسيا. وأعلى هذه الهضاب هي هضبة التيبت، التي تُعرف أيضاً بـ«سطح العالم» وتحدّها جبال كوين لون وجبال الهيمالايا. ويقع أكثر من ١,٢٩٥,٠٠٠ كيلومتر مربع من هذه الهضبة على ارتفاع يتجاوز ٤٣٠٠ متر. وتشكّل هضبة الأناضول في وسط تركيا والهضبة العربيّة والهضبة الايرانيّة أهمّ الهضاب في جنوب غرب آسيا. في جنوب آسيا، يتكوّن القسم الأعظم من شبه الجزيرة الهنديّة من هضبة الدېكان الكبيرة المثلّثة الشكل. وتمتدّ هضبة يونان على قسم كبير من شبه الجزيرة الهنديّة الصينيّة والجزء الجنوبيّ الغربيّ من الصين. وتحتلّ الهضبة السيبيريّة الوسطى القسم الأكبر من شمال آسيا الروسيّة.

الأنهار والبحيرات والبحار الداخليّة

يجري اليانغ تسي كيانغ، أطول نهر آسيويّ، في شرق القارّة على طول ٥٤٧٠ كيلومتراً باتّجاه الشرق من التيبت إلى بحر الصين الشرقيّ. وينبع الهوانغ هو (النهر الأصفر) أيضاً من هضاب التيبت، ويجري شرقاً عبر وسط الصين إلى مصبّه في البحر الأصفر. أمّا الشي جيانغ (نهر اللؤلؤ) فينبع في جنوب غرب الصين، ويجري عبر الجزء الجنوبيّ من البلاد في طريقه إلى بحر الصين الجنوبيّ.

في جنوب شرق آسيا، تجري الأنهار الكبيرة باتّجاه الجنوب بين السلاسل الجبليّة. ينبع الميكونغ في شرق التيبت، ويجري باتّجاه الجنوب الشرقيّ إلى بحر الصين الجنوبي. وينبع السالوين أيضاً في التيبت، ويجري جنوباً إلى بحر أندامان. وينبع نهر ايراوادي من جبال ميانمار الشماليّة، ويصبّ أيضاً في بحر أندامان.

تنبع الأنهار الكبرى في جنوب آسيا من سلسلة جبال الهيمالايا. فينبع الجانج في جبال الهيمالايا الغربيّة، ويجري شرقاً مخترقاً الهند. إلى الشمال مباشرة من خليج البنغال، يجتمع الجانج مع نهر براهماپوترا، الذي ينبع من ما وراء الهيمالايا، ثمّ يصبّ في الخليج. ينبثق نهر الهندوس من الطرف الغربيّ للهيمالايا، ويجري عبر جامو وكاشمير وغرب پاكستان ليصبّ أخيراً في بحر العرب.

يشكّل دجلة والفرات النهرين الكبيرين الوحيدين في جنوب غرب آسيا. وينبع هذان النهران في تركيا، ويجريان جنوباً عبر سوريا للوصول إلى العراق حيث يلتقيان قبل أن يصبّا في الخليج العربيّ.

إن الأوب والينيسي واللينا هي أطول ثلاثة أنهار في آسيا الروسيّة، وتتجاوز جميعها ٣٢٠٠ كيلومتر في الطول. تنبع هذه الأنهار في جنوب سيبيريا، وتجري شمالاً لتصبّ في المحيط المتجمّد الشماليّ.

تشهد أحواض الأنهار في آسيا الاستوائيّة والمعتدلة أعلى الكثافات السكّانيّة على الاطلاق. فالسهل الهنديّ الجانجيّ، الذي يقع بين جبال الهيمالايا وهضبة الديكان؛ وأحواض الإيراوادي والميكونغ والمينام (تشاوپرايا) في جنوب شرق آسيا؛ وأحواض الأنهار الصينيّة الكبيرة لا سيّما اليانغ تسي كيانغ والهوانغ هو والشي جيانغ، هي جميعها مناطق تعرف كثافة سكّانيّة عالية. وتتميّز هذه السهول بتربتها الخصبة، كما تُستعمل الأنهار كطرق للنقل.

يصبّ بعض الأنهار الآسيويّة الكبيرة في بحيرات داخليّة. ينبع نهر الأردن في جبال لبنان وسوريا، ويجري جنوباً ليصبّ في البحر الميت، الذي هو بحيرة من الماء المالح تفوق ملوحتها بسبعة أضعاف ملوحة مياه المحيط. ويشكّل سطح البحر الميت، الواقع على ٤٠٠ متر تحت مستوى سطح البحر، أدنى نقطة على اليابسة. يفرّغ نهر السيرداريا ونهر الأموداريا (في وسط آسيا) مياههما في بحر آرال، الذي هو أيضاً بحيرة من الماء المالح. منذ الستينات، تسبّب تحويل كمّيّة كبيرة من المياه من السيرداريا والأموداريا لأغراض الري بتقلّص بحر آرال إلى نصف حجمه السابق. في ١٩٨٨، انقسمت البحيرة إلى جزءين مشكّلةً بحر آرال الكبير، الذي يتلقّى مياه الأموداريا، وبحر آرال الصغير، الذي يصبّ فيه السيرداريا. وقد أدّى أيضاً انخفاض كمّيّة الماء الواردة إلى رفع محتوى البحيرة من الملح. يشكّل بحر قزوين أكبر بحيرة مالحة في العالم. ونجد في كازاخستان بحيرة مالحة كبيرة أخرى هي بحيرة بالكاش.

إنّ بحيرة بايكال الواقعة في جنوب شرق سيبيريا هي أعمق بحيرة في العالم وأكبر بحيرة مياه عذبة في آسيا. تشكّل بحيرة تونليه ساپ الضحلة الواقعة في غرب كامبودجيا أكبر بحيرة في جنوب شرق آسيا؛ وهي مصدر مربح للأسماك بالنسبة للسكّان المحلّيين. ويصل حجم بحيرة تونليه ساپ إلى ثلاثة أضعاف حجمها العادي بين حزيران وتشرين الأوّل، عندما تصبّ مياه فيضان نهر الميكونغ في البحيرة.

المناخات

يشبه معظم مناخات آسيا مناخات المناطق الساحليّة الشرقيّة والداخليّة من أميركا الشماليّة الواقعة على خطوط العرض نفسها. على غرار شمال كندا، يسود المناطق الآسيويّة الواقعة في أقصى الشمال مناخٌ شبه قطبيّ، يتميّز بشتاء بارد طويل جدّاً وصيف معتدل قصير جدّاً.

ويسود المناخ شبه القطبيّ منطقة شاسعة تقع على مسافة معيّنة داخل القارّة، وعموماً، باتّجاه الجنوب. تتميّز هذه المنطقة بعزلتها عن المحيط المتجمّد الشماليّ وقلّة تأثّرها بالمحيط الهادىء، نظراً إلى

أنّ الرياح السائدة تهبّ من الغرب. وتشهد هذه المنطقة درجات حرارة متطرّفة: في فصل الصيف القصير، يمكن أن تصل درجات الحرارة إلى ٣٤° مئوية، وتسجّل هذه المنطقة في فصل الشتاء أدنى درجات حرارة في العالم.

جنوب المناطق المجاورة للقطب الشمالي، تمتدّ مساحة عريضة من الأرض يسيطر عليها مناخ قاريّ رطب يتميّز بصيف قصير. الشتاء فصل قاس جداً في هذه المناطق، لكنّ أيام الصيف دافئة، أو حارّة أحياناً. في روسيا، تمتدّ المنطقة المجاورة للقطب الشماليّ من الحدود مع بولونيا في الغرب إلى سيبيريا في الشرق، وتشمل معظم أراضي البلاد الزراعيّة الخصبة. ويشهد أيضاً شمال الصين ووسط اليابان مناخاً قارياً رطباً، لكنّ فصل الصيف في هاتين المنطقتين أطول. ويشبه هذا المناخ مناخ الغرب الأوسط في الولايات المتّحدة، مع أنّ شمال الصين يعرف، عموماً، شتاء أكثر جفافاً.

نجد مناخاً شبه استوائيّ رطباً، شبيهاً بمناخ جنوب شرق الولايات المتحدة، في جنوب شرق الصين وجنوب اليابان. وتتلقّى كلتا المنطقتين الهواطل على مدار السنة. ويعرف أيضاً شمال الهند (جنوب الهيمالايا) مناخاً شبه استوائيّ. تحمل رياح محمّلة بالرطوبة تُعرف بالرياح الموسميّة أمطاراً غزيرة إلى المنطقة في فصل الصيف، فيما يتميّز فصل الشتاء بجفافه. ويتأثّر هذا المناخ المداريّ، الممطر والجاف، الذي يميّز أيضاً القسم الأكبر من الهند الصينيّة، بالحركة الموسميّة لكتل الهواء. تصل عادة الرياح الموسميّة المحمّلة بالمطر بين أيّار وتشرين الأوّل في المناطق الواقعة شمال الاستواء. وإذا تأخّرت الرياح الموسميّة في الوصول، قد يؤدّي انحباس المطر إلى إتلاف المحاصيل أو إلى الحؤول دون نموّها، ما يتسبّب بنقص في الموادّ الغذائيّة لملايين الأشخاص.

يشهد الساحل الجنوبيّ الغربيّ للهند والمناطق الساحليّة في جزر جنوب شرق آسيا أمطاراً غزيرة على مدار السنة. بالقرب من خطّ الإستواء، ينتج المطر عن الهواء الرطب الحارّ الذي يرتفع ويتمدّد، ثمّ يبرد في طبقات الجوّ العليا ويتكثّف على شكل مطر. في المناطق الساحليّة الواقعة إلى شمال الاستواء، مثل الساحل الجنوبيّ الغربيّ من الهند، ينتج المناخ الإستوائيّ عن وجود رياح دائمة محمّلة بالرطوبة تأتي بشكل رئيسيّ من البحر.

تعرف مناطق شاسعة من وسط وجنوب غرب آسيا مناخاً جافّاً أو شبه جافّ. في آسيا الوسطى، تسدّ الجبال والهضاب المرتفعة الطريق أمام الرياح المحمّلة بالرطوبة الآتية من البحر.

ولا تشهد سوى مناطق قليلة من آسيا المناخات النموذجيّة التي تسود، عموماً، السواحل الغربيّة للقارّات. ويسود المنطقة الواقعة على البحر المتوسّط في لبنان ومصر مناخ شبه مداريّ يتميّز بصيف جافّ. وهو مناخ شبيه بمناخ جنوب كاليفورنيا.

الغطاء النباتيّ

تشمل آسيا الكثير من البيومات[١] المختلفة، وهي مناطق بيئيّة تتميّز بالترافقات نفسها لجهة المناخ والنبات والحياة الحيوانيّة.

في المناطق الواقعة في أقصى الشمال والتي يسودها مناخ شبه قطبيّ، تنمو التندرة، التي تتكوّن من الأعشاب والأشنة ونباتات صغيرة أخرى. مع الابتعاد عن ساحل المحيط المتجمّد الشماليّ والتوجّه إلى داخل القارّة، تتراجع التندرة أمام التيجة، وهي منطقة تغطّيها غابات صنوبريّة واسعة تتكوّن من أشجار مثل البيسية واللاركس (الأرزيّة) والتنّوب. إلى الجنوب، تندمج التيجة مع غابات ذات أشجار عريضة الأوراق، أو غابات مختلطة من الأشجار العريضة الأوراق والأشجار الإبريّة الأوراق.

في المنطقة الشماليّة الوسطى من آسيا الداخليّة، تتحوّل الغابات بالتدريج إلى أراض عشبيّة شاسعة تتألّف في معظمها من أعشاب سهبيّة قصيرة. وتنمو النباتات الصحراويّة أو نباتات المناطق شبه الجافّة في أجزاء واسعة من جنوب غرب آسيا والمناطق الداخليّة من القارّة. تحيط الأعشاب القصيرة وغيرها من النباتات التي تكتفي بقدر ضئيل من الهواطل، بالكثير من أكثر المناطق جدباً وقحلاً في الصحاري.

على رغم أنّ غابات المطر الاستوائيّة مسيطرة على طول الشريط الساحليّ الجنوبيّ وفي جزيرة سري لانكا، تتميّز الجهة الشرقيّة من جنوب أسيا بغطاء نباتيّ مداريّ شبه جافّ. وتغطّي القسم الأكبر من هضبة الديكان غابات مداريّة جافّة.

كان جنوب شرق آسيا (البرّ الرئيسيّ والجزر) مغطّى، في ما مضى، بغابات مطر استوائيّة شاسعة، تنامت وامتدت في ظلّ المناخ الرطب الدافىء السائد في تلك المنطقة. لا يزال هناك أراض واسعة تغطّيها الغابات في معظم دول المنطقة؛ لكنّ قطع الأشجار، القانوني وغير القانوني على حدّ سواء، يجري بسرعة كبيرة تحول دون نمو الأشجار من جديد بشكل ثابت.

تطغى الغابات الموسميّة المداريّة في المناطق الداخليّة من الشريط الساحلي للبرّ الرئيسيّ في جنوب شرق آسيا، والتي تمتدّ إلى داخل جنوب الصين. وتندمج هذه الغابات بالغابات المعتدلة في الشمال. حول ساحل خليج بوهاي، يتألّف الغطاء النباتيّ من جنبات خشبيّة دغليّة تنمو إلى علوّ ٤ أمتار تقريباً.

تعرف آسيا ثلاثة أنظمة رئيسيّة للإنتاج الزراعيّ. في شريط عريض يشمل الشرق الأوسط، وآسيا الوسطى، والقسم الأكبر من آسيا الروسيّة، والمناطق الداخليّة من الصين، يشكّل إنتاج الماشية كمورد للرزق الدعامة الأساسيّة للنشاط الزراعيّ. حول السواحل الصينيّة والقسم الأعظم من جنوب

(١) البيومات: أراض عشبيّة رطبة.

وجنوب شرق آسيا، يمثّل الشكل الرئيسيّ للنشاط الزراعيّ في إنتاج المحاصيل الضروريّة للمعيشة. ونجد بعض جيوب من الإنتاج الزراعيّ التجاريّ منتشرة في أنحاء المنطقة، ولا سيّما في اليابان وجنوب شرق آسيا والأجزاء الغربيّة من روسيا وبعض البقع من الشرق الأوسط.

تشمل الأنشطة الإقتصاديّة الهامّة في آسيا الوسطى وروسيا إنتاج القمح وغيره من الحبوب والقطن والخضَر. ويشكّل جنوب شرق آسيا والأجزاء الجنوبيّة من الصين والهند مناطق متخصّصة بشكل رئيسيّ في زراعة الأرزّ، فيما يشيع إنتاج واستهلاك الحبوب في المناطق الشماليّة من الصين والهند. وتلعب مزارع شجر المطّاط والنخيل الزيتيّ دوراً هامّاً في النشاط الزراعيّ في ماليزيا وأندونيسيا. وتشكّل مزارع الشاي نشاطاً هامّاً في الهند وسري لانكا وأندونيسيا.

التربة

ترتبط الأتربة في آسيا بالمناخ والحياة النباتيّة في الدرجة الأولى. وقد يلعب منشأ الأتربة في بعض المناطق، ربّما من النشاط البركانيّ أو من الموادّ التي تحملها المجاري المائيّة، دوراً أكثر أهميّة. وتتميّز هذه الأتربة البركانيّة أو الطميّة بخصوبة كبيرة.

إنّ تربة التندرة، المتواجدة في الجزء الشماليّ من القارّة، تربة حمضيّة وقاحلة. وتمتدّ تحت الكثير من هذه المناطق تحتربة[٢] مجمّدة بشكل دائم لا تذوب أبداً في فصل الصيف القصير. يُعرف هذا النوع من التحتربة بالجمَد السرمديّ[٣] ويغطّي منطقة واسعة جدّاً في الجزء الشماليّ من سيبيريا.

جنوب التندرة، تتّصف تربة التيجة أيضاً بالحموضة وبجدب نسبيّ. ونجد تربة أقلّ حموضة وأكثر خصوبة نوعاً ما في الغابات المختلطة وغابات الأشجار العريضة الأوراق الواقعة إلى الجنوب.

إلى جنوب الغابات، تمتدّ الأتربة المرجيّة[٤] والسوداء. ونظراً إلى أن هذه الأتربة قد تكوّنت في منطقة تتلقّى كميّة ضئيلة من الأمطار، لم يجر امتصاص أو جرف المعادن المفيدة التي تحتويها، وهي عمليّة تُعرف بالارتشاح[٥]. وتُعتبر هذه الأراضي من أخصب الأراضي في العالم. نجد أفضل الأراضي الزراعيّة في آسيا الروسيّة في مناطق التربة السوداء، والتربة الأقلّ خصوبة الموجودة في الغابات المختلطة وذات الأشجار العريضة الأوراق.

غالباً ما تتواجد الأتربة غير المرشّحة في المناطق الجافّة وشبه الجافّة من القارّة وهي غالباً أتربة خصبة، باستثناء الأتربة المشبّعة بالأملاح أو المعادن القلويّة[٦]. ويتوقّف استعمال هذه التربة، إلى حدّ بعيد، على توفّر مياه الريّ. إلّا أنّ الريّ المتواصل قد يزيد من تركيز الأملاح أو المعادن القلويّة ويحول دون زرع المحاصيل.

إنّ أتربة المناطق الإستوائيّة الممطرة هي بوجه العموم أتربة ماحلة غير خصبة. تؤدّي الأمطار الغزيرة ودرجات الحرارة المرتفعة التي تشهدها هذه المناطق إلى ترشيح القسم الأكبر من المعادن المفيدة من التربة. ويحدث ترشيح أخفّ للمعادن في المناطق المداريّة الممطرة والجافّة، والمناطق الرطبة المجاورة لخطّ الاستواء.

إنّ الكثير من الأتربة الحمراء والصفراء في المنطقة الرطبة المجاورة لخطّ الإستواء في الصين قد خصّبت بفضل آلاف السنين من العناية والمعالجة، التي شملت استعمال السماد الخليط (موادّ نباتيّة معفّنة). ولكن، في بعض المناطق الصينيّة شبه الجافّة، أزيلت النباتات الطبيعيّة العميقة الجذور – التي كانت تحول دون انجراف التربة – لزراعة المحاصيل الغذائيّة التي تفتقر إلى أجهزة جذريّة كافية، وتتسبّب بتآكل التربة السطحيّة.

الحياة الحيوانيّة

تعيش في آسيا مجموعة كبيرة ومنوّعة جدّاً من الحيوانات البرّيّة، التي تشمل أنواعاً عدّة تنفرد بها القارّة. يعيش إنسان الغاب Orangutan، وهو ثاني أطول قرد بعد الغوريلّا، في جزيرتّي بورنيو وسوماترا. وتستوطن دببة الپندا العملاقة جنوب غرب الصين، فيما تجوب فهود الثلج هضاب وجبال آسيا الوسطى. تُؤوي بحيرة بايكال نوعاً نادراً من الفقمات يعيش في المياه العذبة. ويعيش في نهر يانغ تسي كيانغ الصيني دلفين نهريّ معرّض للإنقراض بسبب تلوّث المياه وتزايد عدد المراكب النهريّة المجهّزة بالمحرّكات. يسكن تنّين كومودو، وهو أكبر عظاية[٧] في العالم ومن أقدم العظاء الباقية إلى اليوم، في جزيرة صغيرة في شرق أندونيسيا.

يمكن تصنيف الحياة البرّيّة في آسيا وفق المناطق النباتيّة المختلفة التي تسكنها. تعيش الرنّة في جنوب التندرة، في شمال سيبيريا. وتكثر الحيوانات الصغيرة المكتسية بالفرو، مثل السمّور والثعلب، في غابات التيجة في آسيا الروسيّة. تُؤوي الأراضي العشبيّة ظباء وعدداً كبيراً من القوارض، بما فيها المرّموط. يعيش أيّل المسك الصغير في المناطق الجبليّة من آسيا الوسطى. وتتواجد النمور، التي يعيش نوع منها في شمال سيبيريا، في أرجاء غابات المطر الإستوائيّة في جنوب وجنوب شرق آسيا. ويسكن هذه المنطقة أيضاً حيوانات وحيد القرن (كركدن) وسعادين وعدّة نُوَيْعات من الفيلة.

(٢) تحتربة: طبقة الأرض الواقعة تحت التربة مباشرة.

(٣) السرمديّ: الدائم.

(٤) المرجيّة: المروج.

(٥) الارتشاح: الامتصاص.

(٦) المعادن القلويّة: الأرض التي تحتوي كالسيوم، سترونتيوم، مغنسيوم، باريوم، باريليوم وراديوم.

(٧) عظاية: بعض أنواع الزواحف الكبيرة.

تعيش غزلان في المناطق الكثيرة التلال في جنوب شرق آسيا، ويعيش نوع نادر من الظباء يُعرف بالمارية Oryx على أطراف المناطق الصحراويّة في شبه الجزيرة العربيّة. ومن الحيوانات الأخرى التي يشيع تواجدها في جنوب غرب آسيا، نذكر الذئب والضبع.

في المناطق الجبليّة النائية من ڤيتنام المُتاخمة للحدود مع لاوس، اكتُشفت حيوانات لم تكن معروفة لدى العلماء من قبل. في ١٩٩٣، اكتُشف نوع جديد من الحيوانات الشبيهة بالأبقار، الساو لا (ڤو كوانج)، وهو الإكتشاف الرابع فقط من نوعه في القرن العشرين. واكتشف العلماء حيوانات أخرى منذ ١٩٩٢، منها حيوانان شبيهان بالظبي والمونتجاك العملاق والكوانج خِم.

تشمل حيوانات آسيا الأليفة جاموس الماء، الذي يُشدّ إلى محراث أو عربة بدولابين. وتُستخدم الماشية أيضاً للجرّ، لا سيّما في الهند، التي تملك أكبر قطيع أبقار في العالم. لا يأكل معظم سكّان الهند لحم البقر لانتمائهم إلى الديانة الهندوسيّة، التي تعتبر البقرة حيواناً مقدّساً. تشكّل الخنازير مصدراً أساسيّاً للبروتين في الصين، لكنّها تُعتبر دنسة في البلدان الإسلاميّة، التي تشمل پاكستان وأفغانستان ومعظم دول الشرق الأوسط. تُربّى الخراف فوق مساحات شاسعة من المناطق شبه الجافّة في آسيا الروسيّة، فيما تُربّى الرنّة في الشمال. ويستعمل الناس الجمال في أنحاء المناطق الجافّة من الشرق الأوسط.

تعيش في آسيا مجموعة متنوّعة جدّاً من الطيور تشمل عدة أنواع نادرة. في جبال شمال الهند، يعيش كاسر العظام (طير ضخم شبيه بالنسر)، الذي يمكن أن تصل بسطة جناحه إلى حوالى ٣ أمتار. وتتواجد الطواويس وطيور الجنة في غابات المطر في جنوب شرق آسيا.

ويستوطن قارة آسيا أيضاً عددٌ كبيرٌ من الحيّات السامّة المعروفة في العالم. وأهم هذه الحيّات السامّة الصِلّ Cobra، الذي يشيع وجوده، خصوصاً في الهند، والكُريْت[٨] والأفعى الخبيثة، اللذان يتوزّعان في أنحاء القارة. ويعيش الكثير من الزواحف الأخرى، مثل التماسيح، في أنهار جنوب شرق آسيا.

الحشرات والطفيليّات

تعزّز المناخات الإستوائيّة السائدة في أجزاء كبيرة من آسيا تنامي الحشرات والطفيليّات ذات دورات الحياة الطويلة المعقدة. يمكن أن يتجاوز طول الحشرة العصويّة[٩] الإستوائيّة ٣٠ سنتيمتراً. ويؤدّي انعدام البرد في الشتاء، وغزارة المطر في المناطق الإستوائيّة الماطرة إلى تكاثر الكائنات الحيّة المسبّبة للبُرداء (الملاريا) والبعوض الذي يحملها. ويمكن لأكثر المتعضّيات المسبّبة للملاريا فتكاً، Plasmodium Falciparum، أن يبقى على قيد الحياة على مدار السنة في المناطق الإستوائيّة. تنتشر الخيطيّات، وهي ديدان مدوّرة طفيليّة صغيرة، في الهند وقسم كبير من جنوب شرق آسيا؛ ويتسبّب هذا الطفيليّ بداء الفيل، وهو مرض يولّد تورّمات غريبة بشعة. تهدّد أسراب الجراد الضخمة بصورة دوريّة المزروعات في مناطق مختلفة من آسيا، لا سيّما في جنوب غرب آسيا.

الموارد المعدنيّة

آسيا قارّة غنيّة بالموارد المعدنيّة، ويشكّ العلماء في وجود موارد أخرى في بعض المناطق، مثل التيبت، لا تزال غير مستكشَفة جيولوجيّاً. وتتمتّع آسيا بموارد طاقيّة كبيرة. يتوزّع النفط والغاز الطبيعيّ بشكل متماثل نسبيّاً، لكنّ أكبر التركيزات المعروفة من المحروقات تقع عند رأس الخليج العربيّ؛ وفي أجزاء من أندونيسيا، لا سيّما سوماترا وبورنيو؛ وفي الصين الشماليّة والداخليّة؛ وعلى سواحل بحر قزوين؛ وفي غرب الأراضي السيبيريّة الخفيضة. ويعتقد الجيولوجيّون بوجود كميّات كبيرة من النفط في البحر، قبالة سواحل الصين وأندونيسيا وماليزيا وغرب الهند.

منذ أن بدأ الاقتصاد الڤيتنامي بالإنفتاح على الإستثمار الخارجيّ في أواخر الثمانينات، تمّ حفر أماكن تواجد النفط والغاز قبالة الشاطىء للإنتاج التجاريّ. وتطالب الصين وتايوان وڤيتنام وبروناي وماليزيا والفيليبين بجزء من جزر سپراتلي في بحر الصين الجنوبيّ، وهي منطقة يُعتقد أنّها تحتوي على احتياطيّ كبير من مصادر الطاقة والموارد المعدنيّة.

يتواجد الفحم بكميّات ضخمة في سيبيريا وشمال شرق الهند، وخصوصاً في إقليم شانسي في شمال الصين، الذي يحتوي على ٣٠٪ من احتياطيّ الفحم المثبت وجوده في الصين. على رغم وجود احتياطيّ هائل من الفحم في الصين، تستورد الصين الفحم من الخارج، نظراً لعدم قدرتها على نقل كميّة كافية من الفحم من المناطق الشماليّة إلى المناطق الجنوبيّة من البلاد.

باستثناء تركيا، التي تشكّل منتجاً كبيراً للكروم، يفتقر جنوب غرب آسيا نسبيّاً للأركزة المعدنيّة. بالمقابل تتمتّع الصين وسيبيريا بموارد معدنيّة غنيّة جدّاً. تحتوي أرض ماليزيا على كميّة كبيرة من القصدير، وتُعرف الهند بغناها بالحديد والمنغنيز. وتستخرج أندونيسيا البوكسيت، الذي يُستعمل في إنتاج الألومنيوم. ولجهة الحجارة الكريمة، يُستخرَج الماس من سيبيريا، والصّفير والياقوت من جنوب وجنوب شرق آسيا. وتشمل الموارد المعدنيّة الهامّة الأخرى الذهب والفضّة والأورانيوم والنحاس والرصاص والزنك. ولا تملك المراكز الصناعية الكبرى في آسيا، كاليابان وسنغافورة وهونج كونج، أي موارد معدنيّة هامّة تُذكّر.

المسائل البيئيّة

تعاني الدول الآسيويّة بعض المشكلات البيئيّة الصعبة. ومن أهمّ هذه المشكلات، تآكل الأرض والتربة، الذي يقلّل من قدرة الأرض على دعم وتعزيز الحياة. ويشكّل التصحّر مثلاً متطرّفاً على تآكل الأرض. يقدّر العلماء أنّ ١٠٪ من مجمل الأراضي قد تحوّلت من أراضٍ منتجة إلى صحراء، ويتعرّض اليوم ربع مساحة الأرض المتبقيّة لخطر التصحّر. تتّسع المناطق الصحراويّة في الشرق الأوسط منذ مئات السنين، وقد دمّر الإستيطان البشريّ الغابات القبتاريخيّة التي كانت تغطّي المنطقة. وأكمل فرط الرعي والقضاء على الحياة النباتيّة المحيطة تصحّر المنطقة.

تشكّل الزّحْرَجَة (إزالة الأحراج) مشكلة خطيرة أخرى. تنتشر غابات المطر الاستوائيّة المتّصلة الظلّة من شمال شرق الهند عبر جنوب شرق آسيا وشمالاً حتى جنوب الصين. بين ١٩٦٠ و١٩٩٠، خسرت آسيا نحو ثلث غاباتها الإستوائيّة. لم يبق في الهند سوى ٢٥٪ تقريباً من الغطاء الحرجيّ الأصليّ، وتنخفض هذه النسبة إلى ٢٢٪ في الفيليبين.

في السنوات القليلة الماضية، تزايدت نسبة إزالة الغابات في أماكن مثل كامبودجيا ولاوس وأندونيسيا. إنّ تزايد عدد الناس الذين يمارسون الزراعة المتنقّلة، المعروفة أيضاً بزراعة القطع والحرق، قد تسبّب ببعض الضرر، لكنّ القطع السريع لغابات المطر للغايات التجاريّة يتسبّب اليوم بأكبر مشكلة على الاطلاق. خفّضت الحكومة الأندونيسيّة معدّل خسارة الغابات بحظر تصدير جذوع الأشجار غير المعالجة في ١٩٨٥، ثمّ باستبدال الحظر بضريبة تصدير مرتفعة في ١٩٩٢. إلّا أنّ قطع الأشجار غير القانونيّ مستمرّ في أنحاء المنطقة، وغالباً ما يحدث في بعض المناطق بمساندة القوى العسكريّة أو الميليشيات، التي تستعمل المردود لتمويل نشاطها.

تسبّب التصنّع السريع الذي شهدته بلدان شرق وجنوب شرق آسيا بتلوّث هواء خطير. ويتشكّل اثنان من الملوّثات الرئيسيّة الناتجة عن احتراق المحروقات الأحفوريّة، مثل النفط والغاز الطبيعيّ، من مادّة جُسَيْميّة معلّقة وثاني أكسيد الكبريت. تُلحق هذه الموادّ ضرراً بالسبيل التنفّسيّ عند الانسان، وتتسبّب بأمراض مثل التهاب القصبات.

تعاني المدن الصينيّة، لا سيّما بايجينج (پيكين) وشنيانج وشانجهاي وسيان، بعض أعلى نِسب التلوّث بالموادّ الجسيميّة المعلّقة في العالم، نظراً لاستعمال الفحم بشكل كثيف لتوفير الطاقة اللازمة للبيوت والصناعات. وتشهد أيضاً المدن الهنديّة، ومنها نيودلهي وكالكوتا وبومباي (مومباي) نِسباً مرتفعة من الموادّ الجسيميّة المعلّقة وثاني أكسيد الكبريت الناتجة عن استعمال المحروقات الأحفوريّة. ولا تصل نسب تلوّث الهواء إلى هذه الدرجات المرتفعة في طوكيو وغيرها من المراكز الصناعيّة اليابانيّة الأخرى، نظراً لصرامة المراقبة والضوابط التي تفرضها الدولة.

يتنبّأ بعض العلماء بأنّ ارتفاع درجات الحرارة العالميّ سوف يتسبّب بذوبان قلنسوتي الجليد القطبيتين، ما يرفع معدّل مستوى مياه البحر إلى ٢٢٠ مليمتراً تقريباً في ٢٠٥٠ وإلى ٥٠٠ مليمتر تقريباً في ٢١٠٠. يتسبّب أي ارتفاع في مستوى سطح البحر بحدوث كوارث في البلدان الآسيويّة الساحليّة. وفي هذه الحالة، تتلقّى بنجلادش أسوأ ضربة على الإطلاق، إذ يعيش أكثر من ١١٠ ملايين من سكّانها في دلتا الجانج الخفيضة. يتعرّض حاليّاً حوالى ١٤,٠٠٠ كم² من أراضي بنجلادش للأعاصير والأمواج المدّيّة التي تغمر المنطقة، وسوف تخسر البلاد هذه المساحة من الأرض عند ارتفاع مستوى سطح البحر ١٠٠٠ مليمتر. إنّ الكثافة السكّانيّة العالية في هذه المناطق الخفيضة تجعل الإنتقال إلى مناطق أعلى أمراً غير قابل للتطبيق.

يزداد الوعي البيئيّ في آسيا يوماً بعد يوم. إشتركت معظم الدول الآسيويّة في مؤتمر ١٩٩٢ حول البيئة والتنمية، وتطبّق حكومات هذه الدول بشكل متزايد قوانين بيئيّة جديدة. لكن، في معظم البلدان النامية، تبقى الأولويّة للتنمية الاقتصاديّة.

التطوّر الاقتصاديّ

إنّ قسماً كبيراً من الدول الآسيويّة بلدان متخلّفة اقتصاديّاً. وبالرغم من أنّ معظم سكّان القارة يعملون في الزراعة، فإنّ القسم الأكبر من النشاط الزراعيّ يتّصف بمردود منخفض وإنتاجيّة عمل متدنيّة. لا يعمل سوى عدد قليل نسبيّاً من الآسيويّين في قطاع الصناعة. أمّا قطاع الخدمات فتطغى فيه المهن ذات الدخل المنخفض، مثل بائعي الشوارع وسائقي مركبات الأجرة التي تُدفَع بالتدويس. وغالباً ما تكون المراكز المدينيّة وصناعاتها غير مندمجة بشكل جيّد في الإقتصاد الريفيّ. وكثيراً ما تكون أنظمة وشبكات النقل، داخل البلدان وبينها، غير متطوّرة نسبيّاً.

واجهت روسيا ومعظم بلدان آسيا الوسطى مصاعب اقتصاديّة كبيرة منذ بداية التسعينات، عندما سقط الإتّحاد السوڤياتيّ واقتصاده الاشتراكيّ الموجّه مركزيّاً. من جهة أخرى، شهدت الصين وڤيتنام نموّاً اقتصاديّاً هامّاً منذ أواخر الثمانينات، عندما بدأت حكومتاهما بالتحوّل من النظام الموجّه مركزيّاً إلى نظام سوق مختلَط. أمّا أفغانستان وبنجلادش والدول الصغيرة في جنوب آسيا، إضافة إلى لاوس وكامبودجيا في جنوب شرق آسيا، فلم تحقّق سوى مكاسب اقتصاديّة ضئيلة. ويواجه اقتصاد هذه البلدان عوائق مختلفة، منها الإفتقار إلى الموارد وتفشّي الفقر، وفي الكثير من الأحوال، سوء التخطيط من قبل الحكومة.

ومع ذلك، فإنّ المنجزات الإقتصاديّة الإجماليّة التي تمّ تحقيقها في آسيا منذ أوائل التسعينات قد جاءت بنتائج جيدة جدّاً. تشكّل اليابان قوّة اقتصاديّة عالميّة كبرى، وتسجّل ثاني أعلى معدّل دخل للشخص في العالم بعد سويسرا. وغالباً ما يُطلق الإقتصاديّون على هونج كونج وسنغافورة وكوريا الجنوبيّة وتايوان اسم «النمور الأربعة»، نظراً إلى أنّها حقّقت بسرعة مدهشة نموّاً اقتصاديّاً كبيراً وأحد

(٨) الكريت: أفعى سامّة جداً تفرز سمّاً يضرب الجهاز العصبيّ.

(٩) الحشرة العصويّة: حشرة ذات جسم طويل مستدير شبيه بالعصا.

أعلى مستويات المعيشة في العالم. وتلحق تايلاندا وماليزيا عن قرب بهذه البلدان الأربعة. نظراً إلى معدّلات النمو السنويّة المرتفعة التي تحقّقها كل هذه البلدان (تتراوح بين ٥ و١٠٪)، فهي تُعرف أحياناً «بالأنظمة الاقتصاديّة الحديثة التصنّع». إلّا أنّ هذه العبارة لا تُستعمل بشكل دقيق، وتشمل أحياناً أندونيسيا والصين وفييتنام، التي حقّقت أيضاً نمّواً سريعاً منذ أواسط الثمانينات. يعود النجاح الإقتصادي الذي حقّقته الدول الآسيويّة في الدرجة الأولى إلى السياسات الحكوميّة التي تركّز على الإستثمارات الأجنبيّة وعلى إنتاج مصنوعات للتصدير بشكل تكثيفيّ يعتمد على زيادة اليد العاملة. في أوائل التسعينات، أجرت الهند والفيليبين إصلاحات اقتصاديّة على غرار الإصلاحات المطبّقة عند جيرانها الآسيويين. وقد حقّقت أيضاً دول جنوب غرب آسيا التي تتمتّع بموارد نفطيّة كبيرة نمّواً اقتصاديّاً جيّداً.

الزراعة

تشكّل الأراضي الزراعية أقلّ من ثُلث مساحة الأرض الإجماليّة في آسيا. وتتمثّل الوحدة الأساسيّة لتنظيم الإنتاج في المناطق الريفيّة إمّا بالمزرعة أو بالقرية، وفقاً لبنية المجتمع الريفيّ. في جنوب وجنوب شرق وشرق آسيا، يتميّز النشاط الزراعيّ بمزارع صغيرة في أراض طميّة خفيضة، وعدد زائد من الناس على مساحة صغيرة من الأرض، وإنتاج مخصّص في معظمه لتأمين الكفاف المعيشيّ، واعتماد كبير على الحبوب وغيرها من الموادّ الغذائيّة الأساسيّة. لا يزال استعمال الأدوات اليدويّة البسيطة والمحراث الذي تسحبه حيوانات الجرّ أمراً شائعاً جدّاً في آسيا. إنّ الكثيرين من المزارعين الآسيويّين مستأجرون، لا يملكون الأرض التي يزرعونها. كانت الزراعة الجماعيّة شائعة في الماضي، في البلدان الإشتراكيّة. وقد تفكّكت معظم الجماعات الريفيّة في الصين وفييتنام، وعادت حقوق استعمال الأرض إلى عائلات المزارعين.

يشكّل الأرزّ، الذي يُزرع عادة بوجود كميّة كبيرة من الماء، المحصولَ الغذائيّ الأساسيّ في جنوب وجنوب شرق وشرق آسيا. يعاني جنوب وجنوب شرق آسيا تخلّف منشآت وشبكات الريّ وضآلة الغلّة، ولا يُمارَس الزرع المزدوج (زرع وحصد محصولين في سنة واحدة) إلّا نادراً في تلك المنطقة.

في الهند، ساهمت مشاريع الريّ في استقرار الانتاج السنويّ وزيادة الانتاج العام، لكنّ معدّل كميّة الأرز المنتجة في الهكتار الواحد في أواسط التسعينات لا يزيد عن نصف المعدّل المسجّل في اليابان. ومع ذلك، تنتج البلدان الآسيويّة حوالى ٩٠٪ من الأرزّ في العالم. وتنتج الصين والهند وحدهما قرابة ٦٠٪ من الانتاج العالميّ.

إضافة إلى الزراعة في المزارع الصغيرة، نجد أيضاً في جنوب وجنوب شرقي آسيا عزباً، أو ملكيّات كبيرة، تمارس الزراعة على نطاق واسع. وتنتج هذه المزارع المحاصيل المخصّصة للتصدير، مثل المطاط وزيت النخيل ومنتجات جوز الهند والشاي والأناناس وقنّب مانيلية. بدأت الزراعة ضمن عزب واسعة في أواخر القرن الثامن عشر وأوائل القرن التاسع عشر، عندما كانت القوى الاستعماريّة الأوروبيّة تسيطر على القسم الأعظم من المنطقة. ولا يزال الكثير من العزب ملكاً للأجانب أو تحت سيطرتهم.

في شرق آسيا، ترتكز الزراعة على الريّ بغمر الحقل حتى خطّ العرض ٣٥° شمالاً في الصين، وحتّى ٤٠° شمالاً في البلدان الأخرى. على نحو مغاير، يتميّز جنوب شرق آسيا بإنتاج زراعيّ مرتفع، وشيوع الزرع المزدوج، وريّ منظّم، واستعمال الأسمدة على نطاق واسع. وقد أدّت هذه الأساليب الزراعيّة إلى رفع زراعة الأرز في اليابان إلى درجة عالية من الإنتاجيّة، على الرغم من صغر حجم المزارع اليابانيّة.

شمال نهر هوّاي في إقليم أنهوي الصينيّ، يتراجع الأرزّ أمام القمح وغيره من الحبوب الجافّة، خصوصاً الذرة البيضاء والذرة. تُمارَس تربية الأسماك والخنازير والطيور الداجنة في جميع أنحاء شرق آسيا. ولا تشيع تربية الأبقار المخصّصة لإنتاج الحليب واللّحم إلّا في اليابان وكوريا.

يزرع المزارعون بعض الحبوب في المناطق الداخليّة الجافّة، حيث تشكّل تربية الأبقار والخراف والجياد نشاطاً اقتصاديّاً هامّاً. تتركّز الزراعة في المناطق شبه الجافّة من وسط وجنوب غرب آسيا حول الواحات. إلّا أنّ مستويات الانتاجيّة متدنيّة عموماً في هذه المناطق.

الحراجة وصيد الأسماك

على رغم أنّ قطع الأشجار ونشر الخشب صناعة هامّة في جنوب شرق آسيا، فإنّ نمط الإنتاج التجاريّ يشهد تغيّراً ملحوظاً، يعود، إلى حدّ ما، إلى القلق المتزايد بشأن إتلاف الأحراج. فعلى سبيل المثال، حظّرت أندونيسيا (مصدر مهمّ للأخشاب الإستوائيّة الصلبة) في ١٩٨٥ تصدير الجذوع غير المعالجة أو المصنّعة في محاولة لتبطيء الانتاج وزيادة صناعات الأخشاب المحليّة. وفي ١٩٩٢، تمّ استبدال الحظر بضريبة مرتفعة على الجذوع المصدّرة. في ١٩٨٩، حظّرت تايلاندا، التي كانت في الماضي مصدراً هامّاً لخشب التيك، قطع الأشجار للأغراض التجاريّة. وقد تحوّل الكثير من الشركات، بنتيجة ذلك، إلى غابات كامبودجيا ولاوس وميانمار المجاورة، حيث عقد بعض المؤسسات تحالفات مع مجموعات منشقّة لاستثمار الأشجار المحليّة بشكل غير قانونيّ.

لا تزال الزراعة بالقطع والحرق تُمارَس في بعض أجزاء من جنوب شرق آسيا، وأيضاً في مناطق جنوب آسيا وجنوب الصين الرطبة. إلّا أنّ الغابات التي كانت تغطّي في الأصل المناطق الكثيفة السكّان في الهند والصين قد أزيلت منذ زمن بعيد.

يشكّل قطع الأشجار للغابات التجاريّة صناعة هامّة جدّاً في اليابان، حيث حلّت مساحات شاسعة من الصنوبريّات المزروعة مكان القسم الأكبر من الغابات المعتدلة الأصليّة في الجنوب والمنحدرات (أو ذوات الخشب الصلب) ذوات الأوراق المعبلة في الشمال. تتمتّع سيبيريا بمخزون هائل من الأخشاب، لكنّه غير مستغَلّ نسبيّاً؛ فوعورة المنطقة ومناخها القاسي يمنعان قطع الأشجار ونشر الخشب، كما أنّ نوعيّة الأشجار ليست عموماً بالمستوى المطلوب في الأسواق العالميّة.

إنّ المسامك البحريّة مهمّة جدّاً في آسيا. تحتلّ اليابان المرتبة الأولى في صيد الأسماك في العالم، وتتبعها الصين عن قرب. ويلعب الصيد دوراً هامّاً أيضاً في روسيا وتايلاندا وأندونيسيا وكوريا والفيليبين. وتشكّل تربية الأسماك أيضاً نشاطاً اقتصاديّاً هامّاً، لا سيّما في الصين. مع أنّ صيد الأسماك في البلدان الأقلّ تطوّراً مخصّص في معظمه لتلبية حاجة الإستهلاك المحلّي، يتزايد التركيز على تصدير الأسماك المجفّفة والمجلّدة والمعلّبة.

التعدين

يشكّل التعدين نشاطاً هامّاً في معظم الدول الآسيويّة، وصناعة مصدّرة أساسيّة في الكثير منها: المنغنيز في الهند؛ والقصدير في ماليزيا وتايلاندا واندونيسيا (التي تنتج معاً القسم الأكبر من كميّة القصدير المنتجة في العالم)؛ وركاز الكروم في الفيليبين. إلّا أنّ أهمّ الصادرات المعدنيّة هو النفط، حيث تنتج البلدان الآسيويّة حوالى نصف كميّة النفط الاجماليّة المنتجة في العالم. يحتوي جنوب غرب آسيا أكبر احتياطيّ للنفط في العالم خارج روسيا، ويُصدَّر القسم الأكبر من هذا الإنتاج إلى خارج المنطقة. كما أنّ أندونيسيا، ومؤخّراً، الصين وماليزيا هي أيضاً بلدان مصدّرة للنفط. في جنوب آسيا، تُستغلّ تراكمات محدودة من النفط والغاز الطبيعيّ في بنجلادش وپاكستان وقبالة الساحل الغربيّ للهند. يشكّل تعدين الفحم نشاطاً هامّاً في الصين – التي تنتج حوالى ٣٠٪ من كميّة الفحم الاجماليّة المنتجة في العالم – وفي وسط وشرق سيبيريا، وشمال شرق الهند، وإيران، وتركيا. وتشمل المنتجات المعدنيّة المهمّة الأخرى الحديد والمنغنيز والتنجستين في الصين؛ والكبريت والزنك والموليبدين في اليابان؛ والذهب في أوزبكستان وسيبيريا.

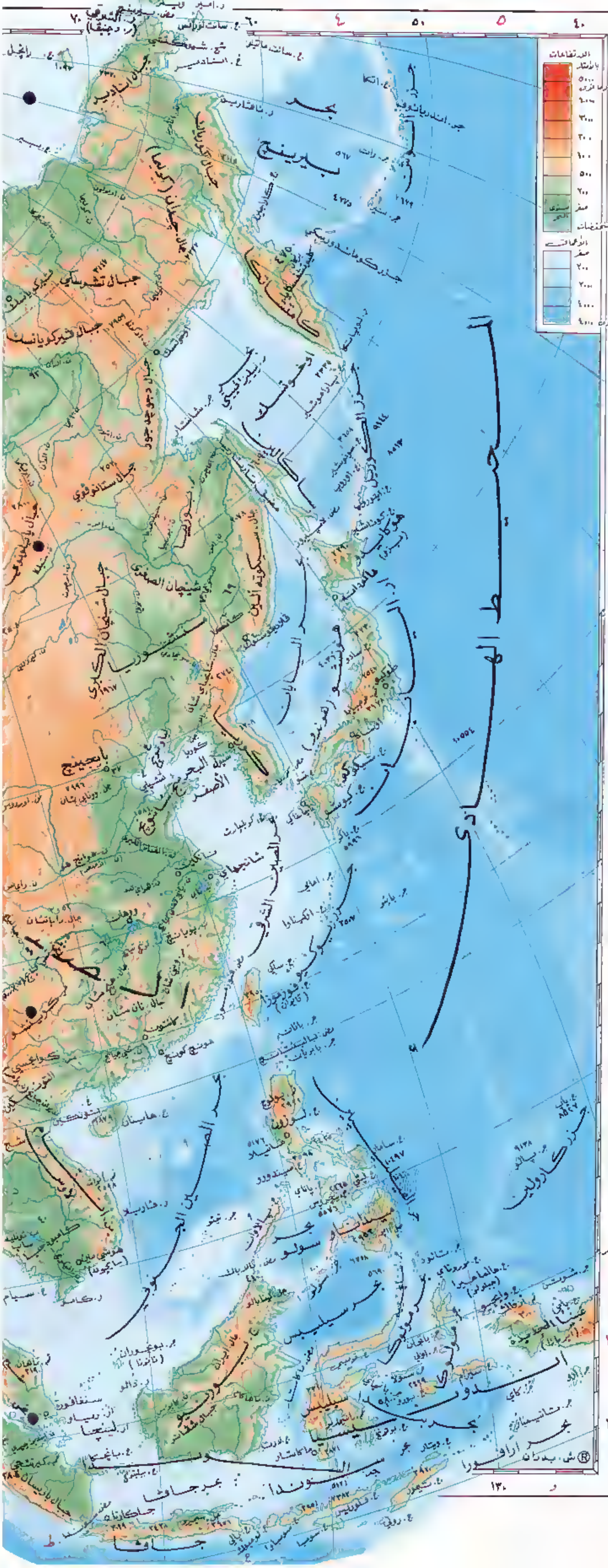
الصناعة

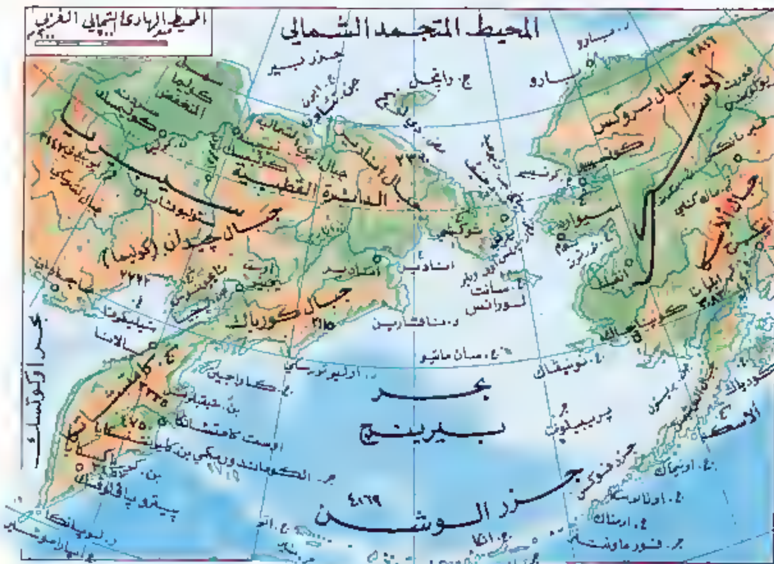
تتوزّع القدرة الصناعيّة في آسيا على نحو غير متماثل، لكنّها تنمو بسرعة كبيرة. تتمتّع اليابان بقطاع صناعيّ شديد التنوّع يشغل حوالى ربع اليد العاملة في البلاد. ونجد أيضاً في الصين وروسيا والهند مراكز صناعيّة كبيرة. في الصين، يعمل حوالى ١٥٪ من اليد العاملة في القطاع الصناعيّ. وتتركّز الصناعات في إقليم لياونِنغ في الجزء الشماليّ الشرقيّ من البلاد؛ وفي مدن شانغهاي المرفئيّة تينجن وتشينجداو و ووهان؛ وفي مناطق داخليّة مختارة حيث تتوفّر الموادّ الخام. ويشكّل إنتاج الصلب أهمّ الصناعات الصينيّة. تتجمّع الصناعات في سيبيريا قرب جبال الأورال؛ وقرب المراكز المدينيّة الكبيرة على طول السكّة الحديديّة الممتدّة عبر سيبيريا، مثل نوفوسيبيرسك؛ وقرب مراكز معزولة في أقصى الشرق الروسيّ. لا يشغّل القطاع الصناعيّ في الهند سوى ١٠٪ من اليد العاملة. وتتركّز الصناعات بشكل كثيف داخل وقرب كالكوتا وفي منطقة بومباي ووسط شبه الجزيرة وفي الكثير من المناطق الأخرى حيث تتوفّر الموارد اللازمة.

منذ الستينات، شهد القطاع الصناعي نمّواً سريعاً في بعض مناطق شرق وجنوب شرق آسيا. في السبعينات، كان الإنتاج الصناعيّ السنويّ في كوريا أقلّ من ربع إنتاج الهند، لكنه أصبح ضعف انتاج الهند في أوائل التسعينات. وقد أنشأت أيضاً كل من تايلاندا وأندونيسيا، خصوصاً قرب بانجكوك وجاكارتا، صناعات هامّة، كما فعلت سنغافورة وهونج كونج وماليزيا والفيليبين. يتمثّل الاتجاه السائد في الدول الآسيويّة الجنوبيّة الشرقيّة بالإستفادة من اليد العاملة الرخيصة عبر إنشاء صناعات موجّهة للتصدير. وقد تركّز الاهتمام على صنع الثياب والأحذية وعلى الأجهزة الالكترونيّة مثل أجهزة التلفزيون وآلات التسجيل التلفزيونيّ (الڤيديو) والآلات المشغّلة للاسطوانات الصغيرة Compact Disc. في البلدان الأخرى، تهتمّ الصناعات في أغلب الأحيان بمعالجة الموادّ الخام الزراعيّة والمعدنيّة والحرجيّة المحليّة؛ وبالصناعة الخفيفة للأسواق المحليّة؛ وبجمع الآلات والمركبات المستوردة من بلدان أخرى.

الطاقة

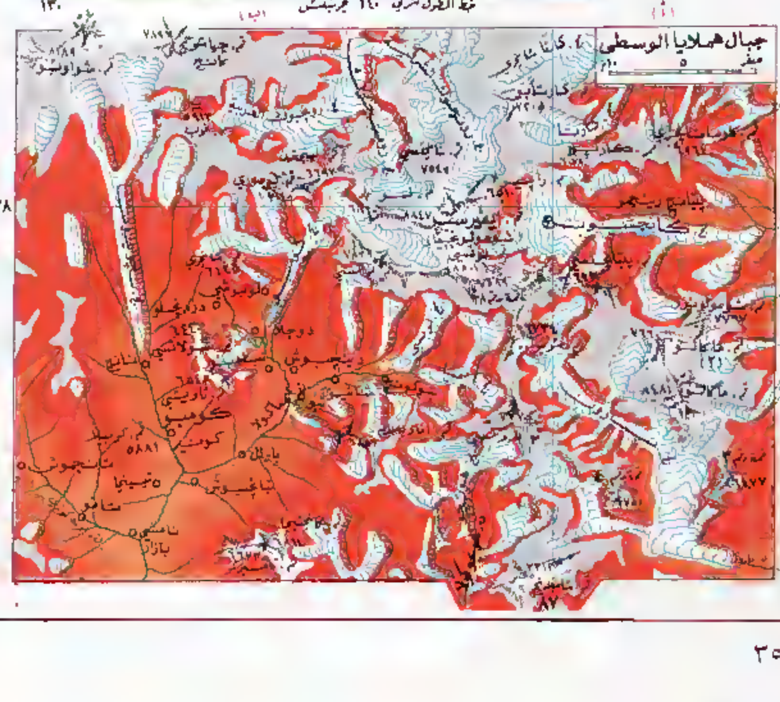
تمتلك بلدان جنوب غرب آسيا الغنيّة بالنفط بعض المصادر الأخرى للطاقة. تتمتّع الهند بإمكانات كهربيمائيّة هائلة، ويأتي حوالى نصف الكهرباء المولّدة في البلاد من القوّة المائيّة. ومع ذلك فإنّ قسماً كبيراً من الطاقة المستهلكة في المناطق الريفيّة من الهند لا يزال يُستمدّ من حرق الرّوث والأغصان المقطوعة. وقد أثبتت كلّ من الصين واليابان أنّ المصانع الكهربيمائيّة الصغيرة يمكن أن تكون فعّالة جدّاً في تزويد البلدات الصغيرة والمناطق الريفيّة بالطاقة اللازمة. تستخدم الصين آلاف المصانع الكهربيمائيّة الصغيرة، التي تتركّز بشكل رئيسيّ في جنوب البلاد، إضافة إلى ٢٠ مصنعاً كبيراً. إلّا أنّ الفحم يبقى المصدر الرئيسيّ للطاقة في الصين. في اليابان، يشكّل النفط المصدر الأوّل للطاقة وتستورد اليابان جميع الكميّة اللازمة تقريباً. تتمتّع سيبيريا بإمكانات كهربيمائيّة كبيرة لم يبدأ استغلالها إلّا مؤخّراً. في جنوب شرق آسيا، يُنتَج النفط بكميّات كبيرة في كلّ من أندونيسيا وماليزيا وبروناي، لكنّ المصادر المحليّة الرئيسيّة للطاقة هي القوّة المائيّة والحطب.


الارتفاعات بالأمتار
صفر
بحر
بيرينج
المحيط الهادي
بحر سولو
بحر سيليبس
جزر كارولين
بحر جاوة
بحر ارافورا
جاوة


المحيط الهادي الشمالي الغربي
المحيط المتجمد الشمالي
الدائرة القطبية
بحر
بيرينج
جزر الوشن


بحر جاوة
سومطرة
جزيرة جاوة
المحيط الهندي
جاوة


خط الاستواء
أرخبيل
بسمارك
غينيا الجديدة
بابوا
بحر
أرافورا
بحر كورال
أرض أرنهم
خليج كاربنتاريا
غينيا الجديدة


جبال هملايا الوسطى

خريطة رقم ٩



السلم ١:٣٤٠٠٠٠٠٠


الصين
كوريا الشمالية
كوريا الجنوبية
تايوان
ڤييتنام
بحر الصين الجنوبي
بحر سيليبس
بحر سولو
بحر جاوا
اندونيسيا
تايوان (فورموزا)
طوكيو
اوساكا
هونغ كونغ
شنغهاي
سايبيريا
ياكوتسك
خليج بوهاي
الدان


(أ) الدلتا
الهند
بنغلاديش
داكا
كالكوتا
هوورا
باريسال
شيتاغونغ
سوندربانس
خليج البنغال
١٤٠ شرق جرينتش


(ب) طوكيو
طوكيو
خليج طوكيو
يوكوهاما
كاواساكي
يوكوسوكا
شيبا
بوسو
بحر ساغامي
ميورا


(ج) كانتون
كانتون
فوشان
ماكاو
كولون
ڤيكتوريا
ج. هونغ كونغ
مستعمرة هونغ كونغ
١١٤ شرق جرينتش

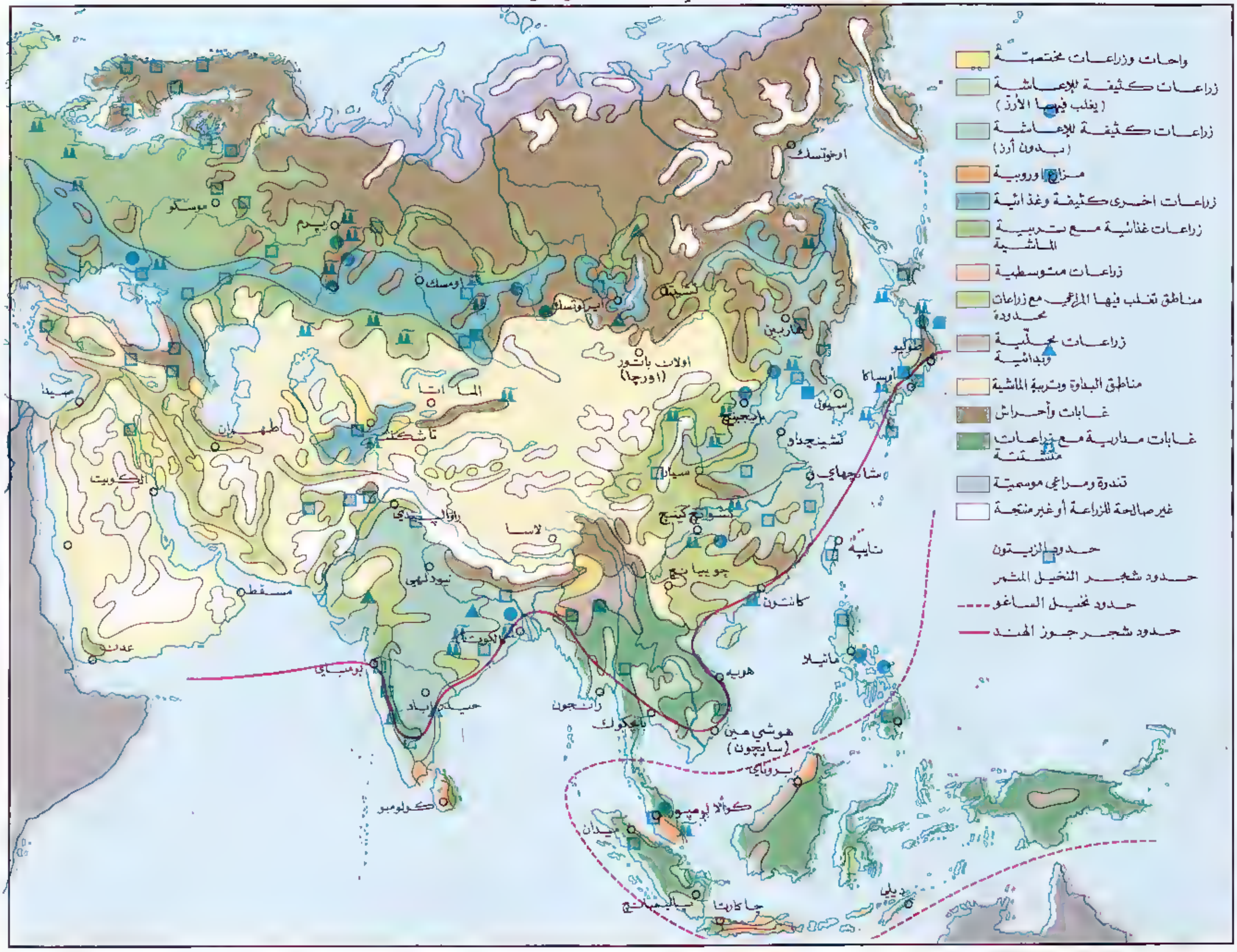

(د) سنغافورة
ماليزيا
سنغافورة
مضيق سنغافورة
مضيق ملاكا
ج. بنتان
اندونيسيا
ج. باتام
بولان
جزر
١٠٤ شرق جرينتش

خريطة رقم ١٠



المحيط الأطلسي
المحيط المتجمد الشمالي
ايسلاندا
بحر النروج
النروج
السويد
فنلندا
بحر الشمال
المملكة المتحدة
فرنسا
بولونيا
بحر بارنتس
سفالبارد (النروج)
سيبيريا
الجمهورية الروسية
كازاخستان
منغوليا
الصين الشعبية
التبت
قرغيزستان
طشقند
افغانستان
ايران
طهران
سوريا
الاسكندرية
المملكة العربية السعودية
الرياض
اليمن
عدن
خليج عدن
ج. سقطرة
مسقط
الصومال
كينيا
أوغندا
أديس أبابا
كراتشي
بومباي
نيو دلهي
الهند
نيبال
كلكتا
مدراس
خليج البنغال
بحر العرب
المحيط الهندي
د. سري لانكا (سيلان)
كولومبو
جز. مالديف
بانكوك
خط الاستواء
السلم ١ : ٣٤ ٠٠٠ ٠٠٠
كيلومتر

آسيا: استثمار الأرض



الشعوب الآسيوية



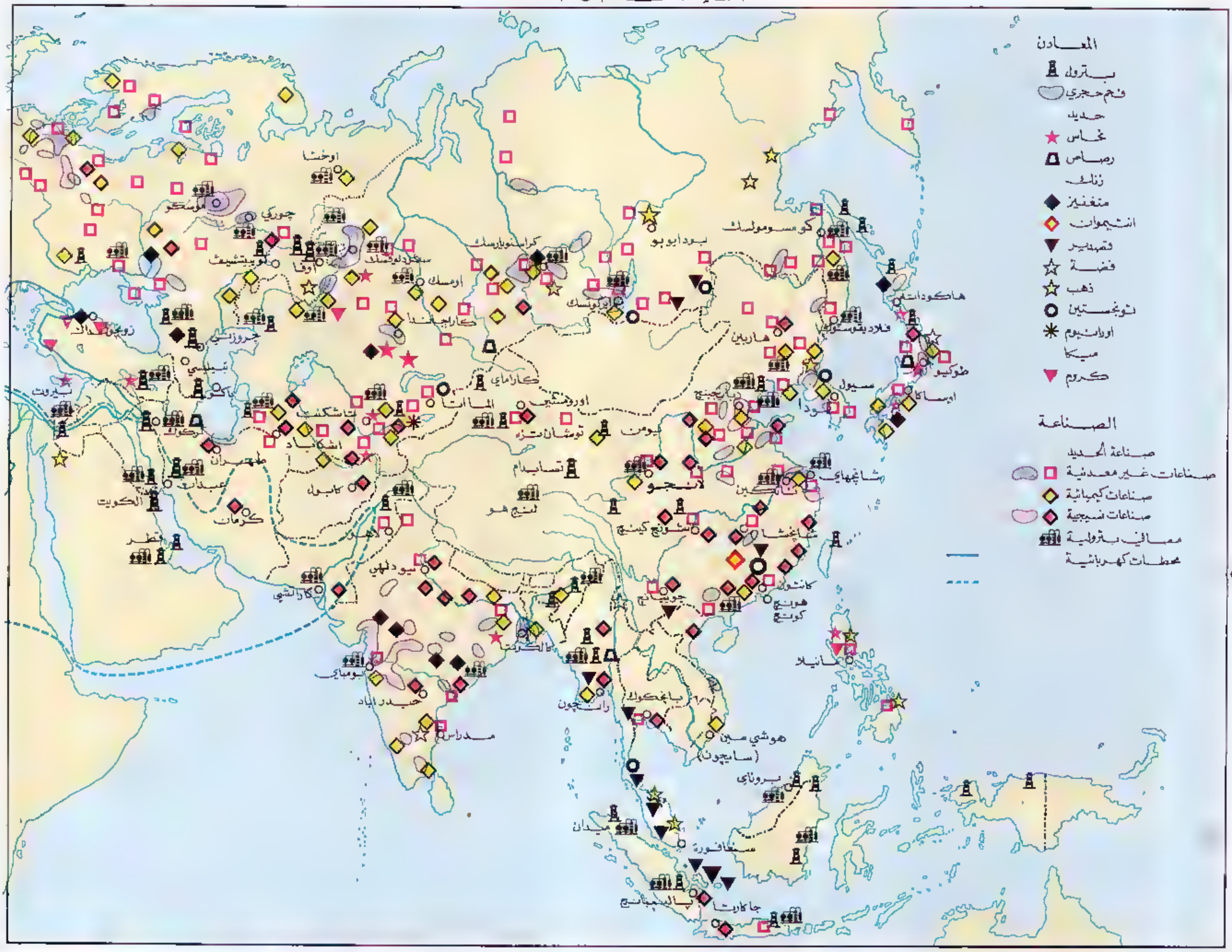


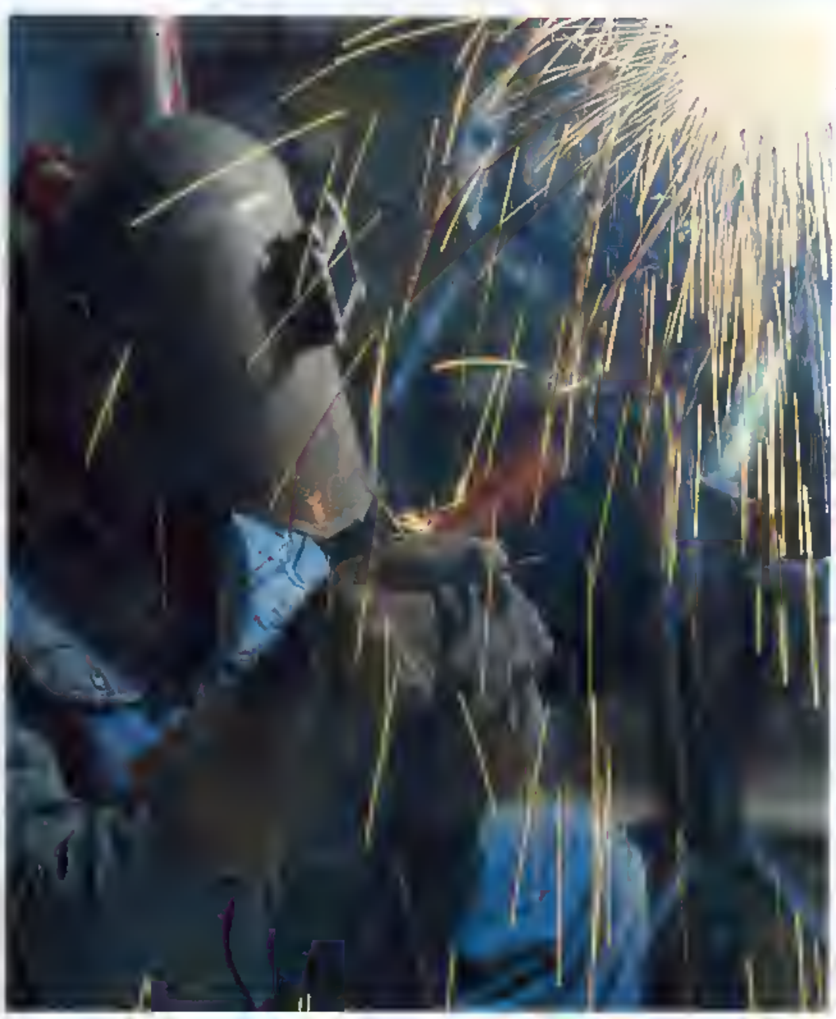
اليابان: زراعة الأرز.



اليابان: مزارع الشاي.

آسيا، المناجم والصناعة







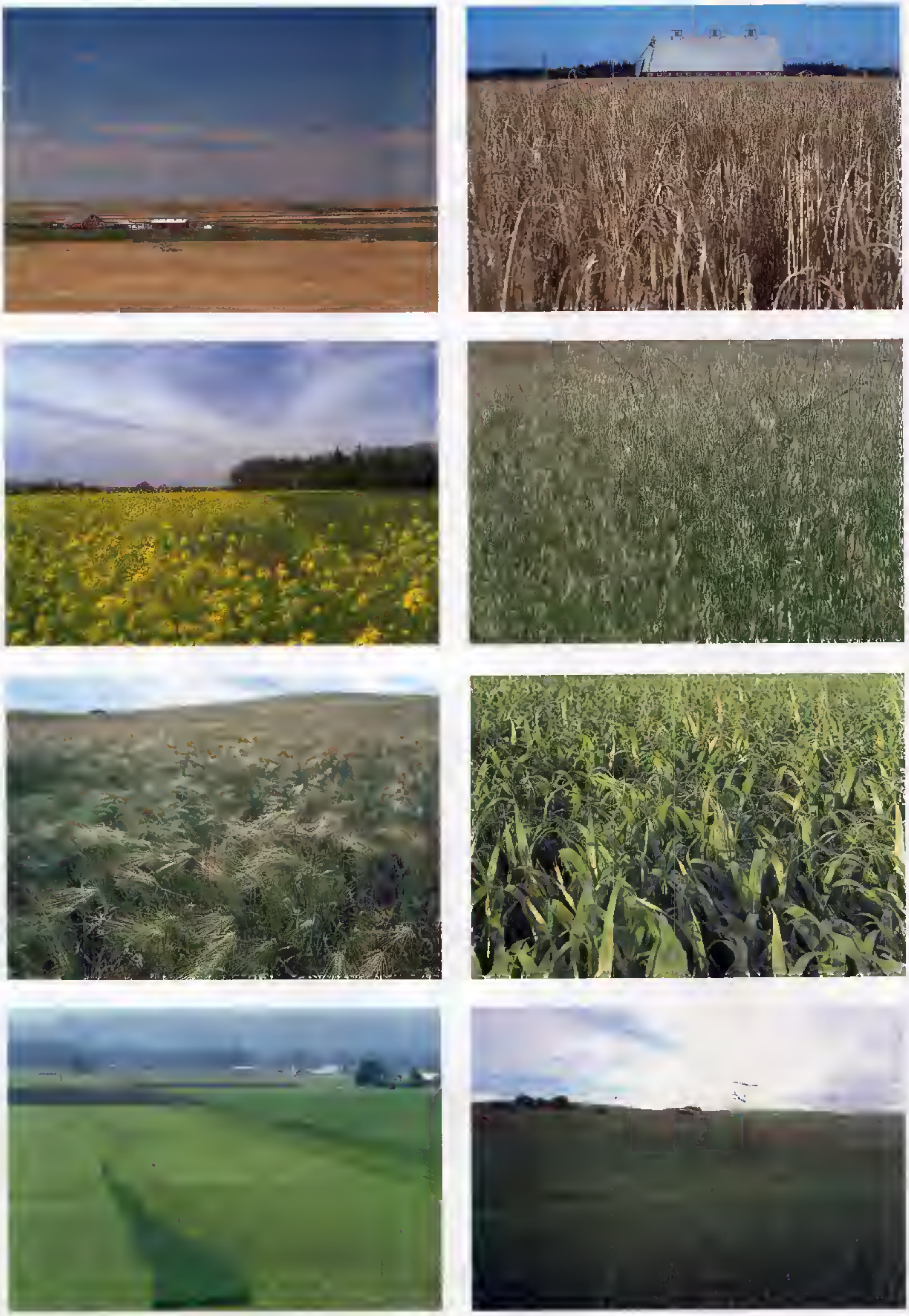









الصناعة في آسيا



الحقول الزراعية في آسيا

المناطق الإيرانية القازوينية



السلم ١ : ١٣ ٠٠٠ ٠٠٠
صفر ١٠٠ ٢٠٠ ٣٠٠ ٤٠٠ ٥٠٠


افغانستان
كابول
كاشمير
الباكستان
لاهور
مولتان
حيدراباد
دلهي
نيودلهي
جايبور
أجمير
جود پور
أحمد أباد
بومباي
سورات
لكنو
كانپور
بنارس
كاتماندو
بهوتان
بنجلادش
كالكوتا
حيدراباد
مدراس
بنجالور
ميسور
سري لانكا (سيلان)
كولومبو
جفنا
كاندي
خليج البنجال
جزر لاكاديف (الهند)
ش. بدران



في الأعلى: سلسلة جبال الهيمالايا هي أضخم سلسلة في العالم (مساحتها تعادل مساحة أوروبا كلّها). وفيها تقع أعلى قمم العالم لا سيّما قمّة ايڤيرست (٨٨٤٨ م) أعلى نقطة على الأرض. أول فريق علميّ وصل إلى القمّة سنة ١٩٥٣، وذلك بعد محاولات عدّة فاشلة منذ سنة ١٩٢٠.
هنا منظر لقمّة الإيڤيرست. وهي دوماً مكلّلة بالثلوج الأبديّة.



إلى اليسار: معبد «شيدامبارام» أحد أجمل المعابد، ويقع في ولاية مدراس الجنوبيّة، في الهند.



الهند: نهر الجانج.



الهند: مشهد لمدينة نيو دلهي.

الهند: الزراعة والصناعة





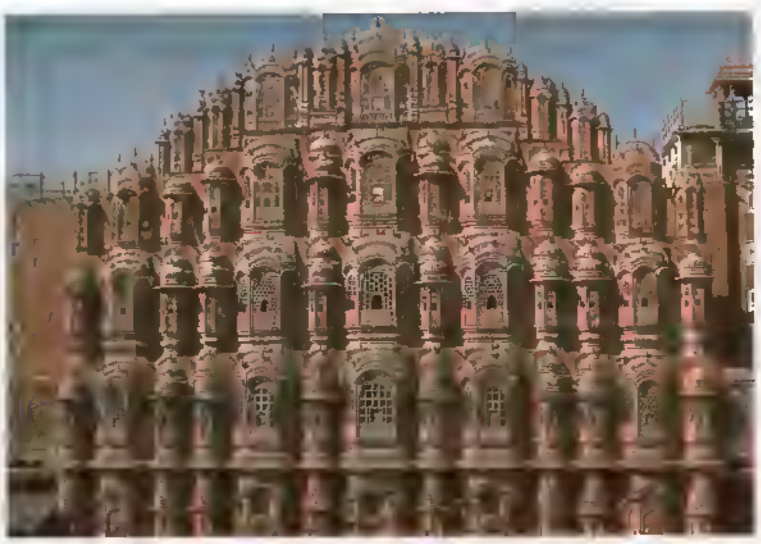
الهند: بحيرة بوشكار في راجستان.



الهند: مشهد للمبنى البلدي أخذ من جنتر منتر في مدينة جايبور.



الهند: المحطة المركزية للسكة الحديدية في نيو دلهي.



الهند: قصر الرياح في راجستان.

الصين ومنچوليا



السلم ١٢٠٠٠٠٠٠ : ١

صفر ١٠٠ ٢٠٠ ٣٠٠ ٤٠٠ ٥٠٠

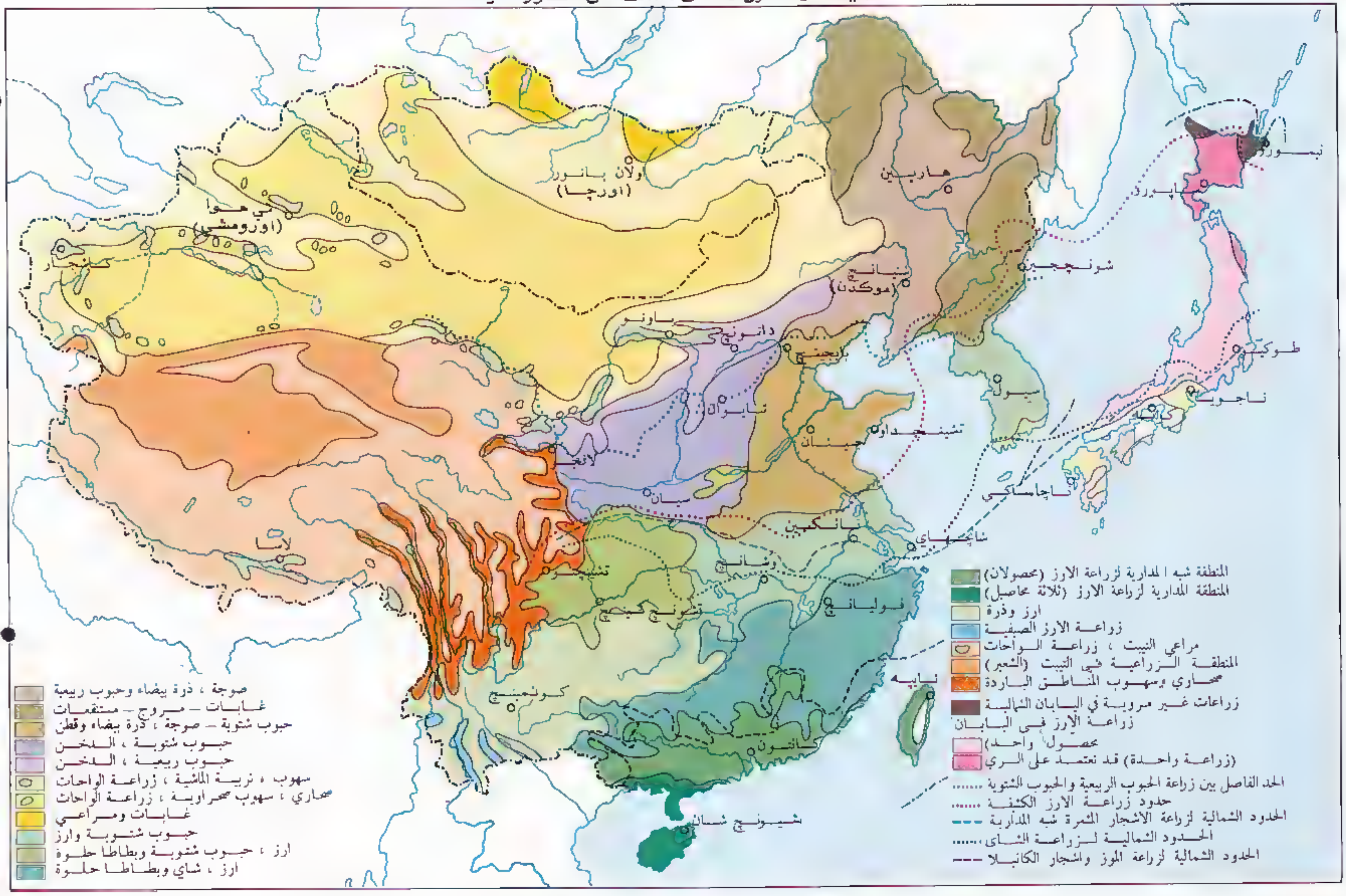
كيلومتر

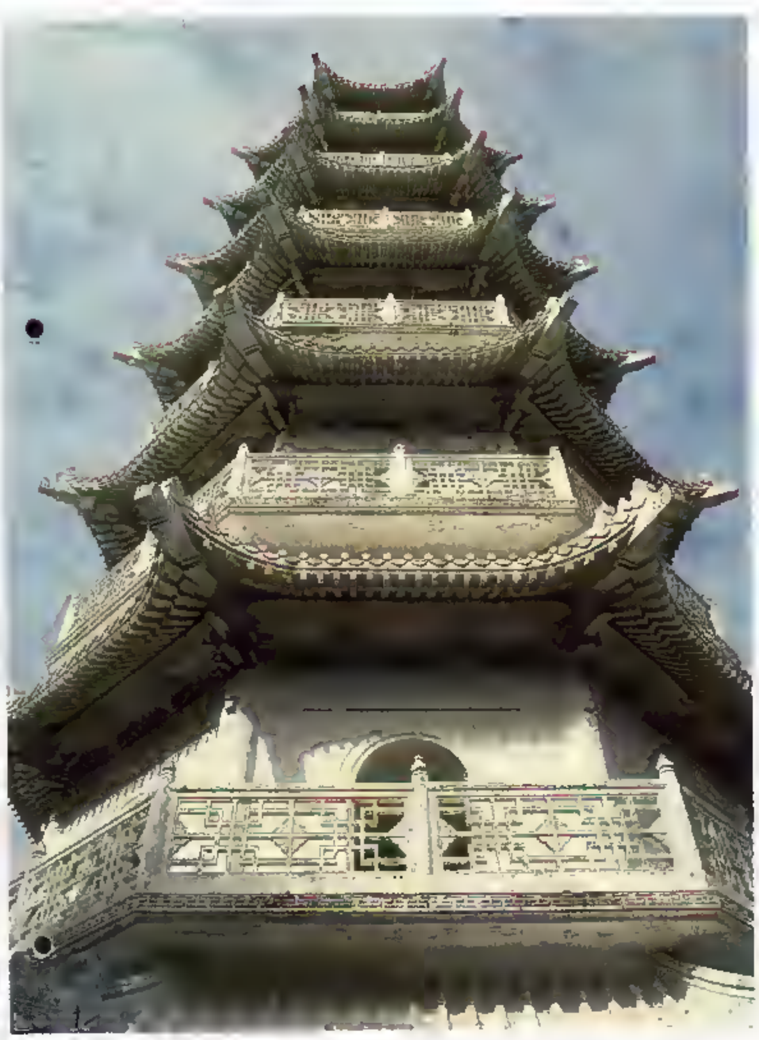
خريطة رقم ١٤



كازاخستان
قيرغيزستان
منغوليا
الصين
بهوتان
بنجلاديش
الهند
اتحاد ميانمار (بورما)
لاوس
كاتماندو
كالكوتا
ماندلاي
جبال التاي
الصحراء
خط الطول
السلم
كيلومتر

الصين والشرق الأقصى : المناطق الزراعيّة



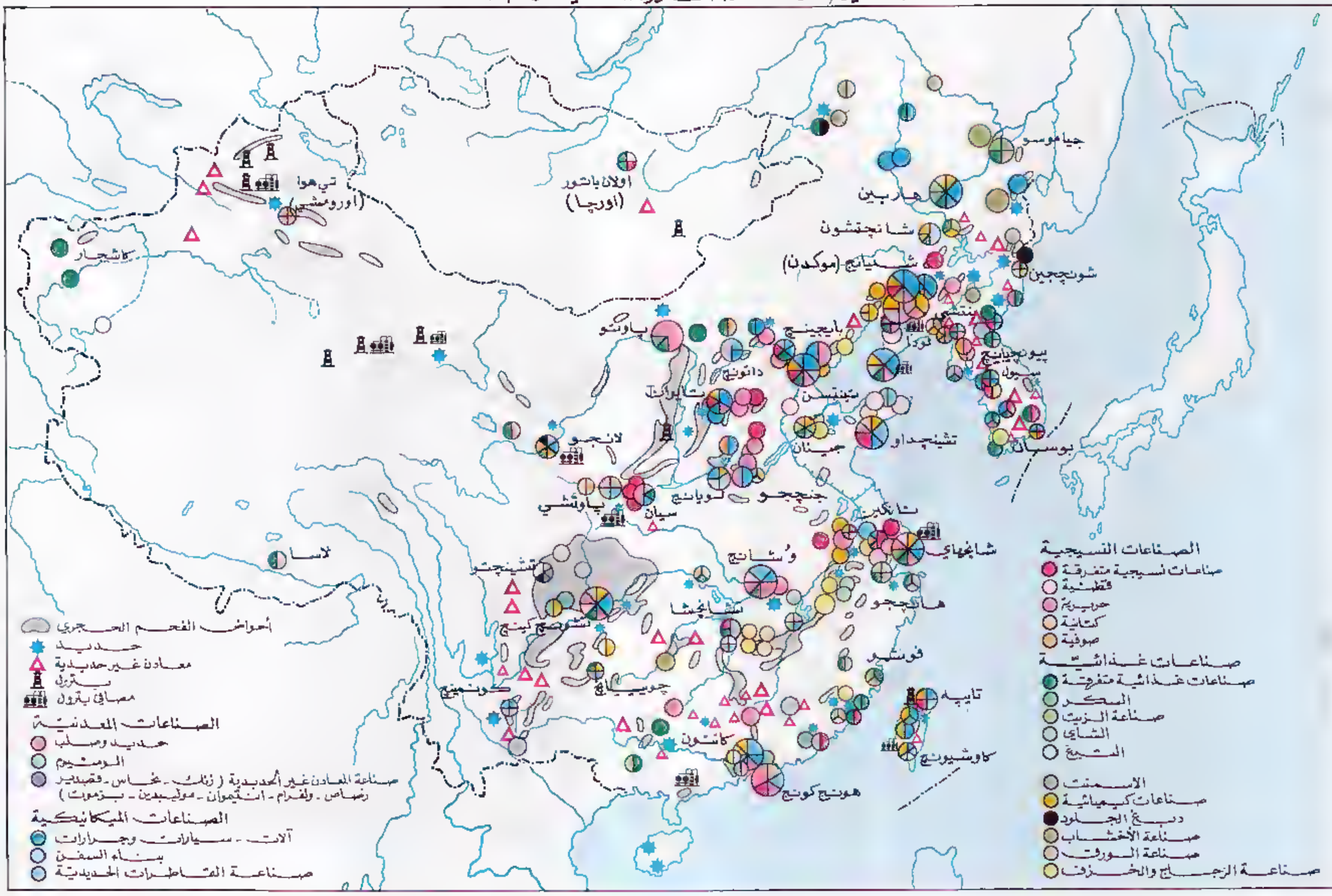


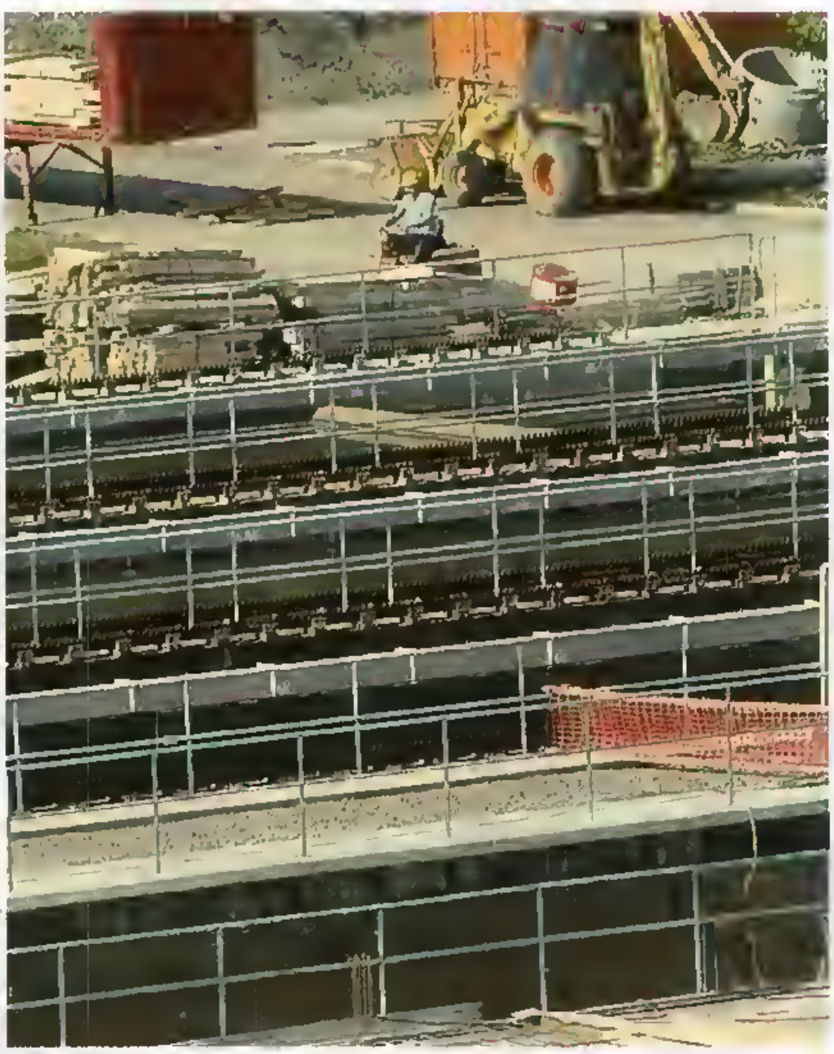
هونج كونج: الفن المعماري في عهد مملكة السونج.

الصين والشرق الأقصى : التطور السياسي الحديث



الصين (الشرق الأقصى) الـثروة المعدنية والصناعة







مجمّع صناعيّ



الصين: امرأة ترشّ الحقل بالمبيدات في يونان.



التيبت: راعي المعز.



التيبت: حيوان الياك.



الصين: حصاد الحقل.



الصين: المنتزه الأخضر في يونان.



الصين: سور الصين العظيم في منطقة باتالينج.



التيبت: دير تشيلاميو في مدينة تشيجاتسي.



الصين: قطاف الأعشاب البحرية.

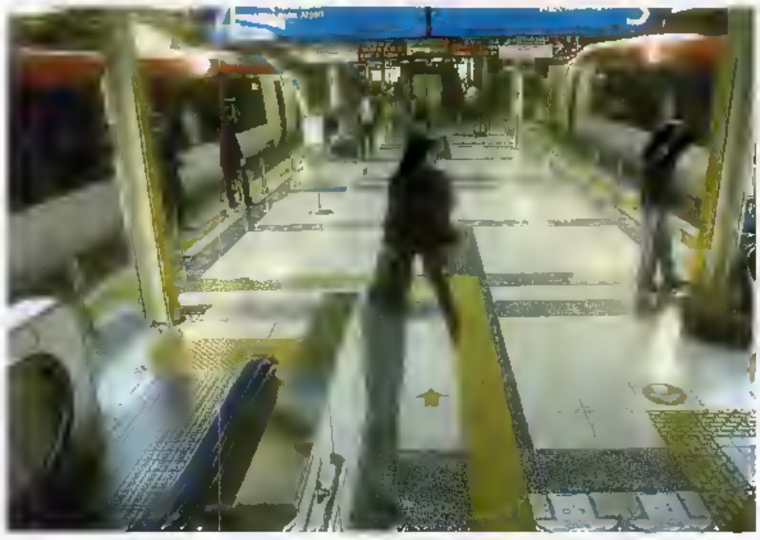


صحراء «چوبي» هي إحدى أكبر صحاري العالم، تقع بين جمهوريّة منچوليا ومنچوليا الصينيّة.
وهي صحراء مرتفعة (٩٠٠ – ١٢٠٠ م) وتصنّف بين الصحاري الباردة لأنّها قاريّة المناخ (بسبب بعدها الشاسع عن البحر).
قسم منها صخريّ وآخر رمليّ (كما في الرسم)، وتسكنها – في بعض الواحات – قبائل من المغول.



جبال التيبت وعرة ومرتفعة جداً (٥٠٠٠ م)، ووسائل النقل فيها تعتمد على حيوان «الخشفاء» أو «الياك» الذي يشبه، إلى حدّ ما، البقرة مع فراء كثيف.
هذا الحيوان يعيش في المرتفعات (بين ٤٠٠٠ و٦٠٠٠ م) ويتحمّل العواصف الثلجيّة والبرد القارس (حتى ٤٠ درجة دون الصفر)؛
وإذا لزم الأمر، يسدّ رمقه بالطحلب ويروي ظمأه بالثلج.


جمهورية روسيا
بحر اليابان
البحر الأصفر
(هوانغ هاي)
بحر الصين الشرقية
المحيط الهادي
كوريا الشمالية
كوريا الجنوبية
سيول
طوكيو
هوكايدو
كيوشو
تايوان
(فرموزا)
مدار السرطان
خط الطول شرقي ١٣٠ جرينتش
ش. بدران



اليابان: القطار في محطة شينجوكو.



اليابان: القصر الملكي.

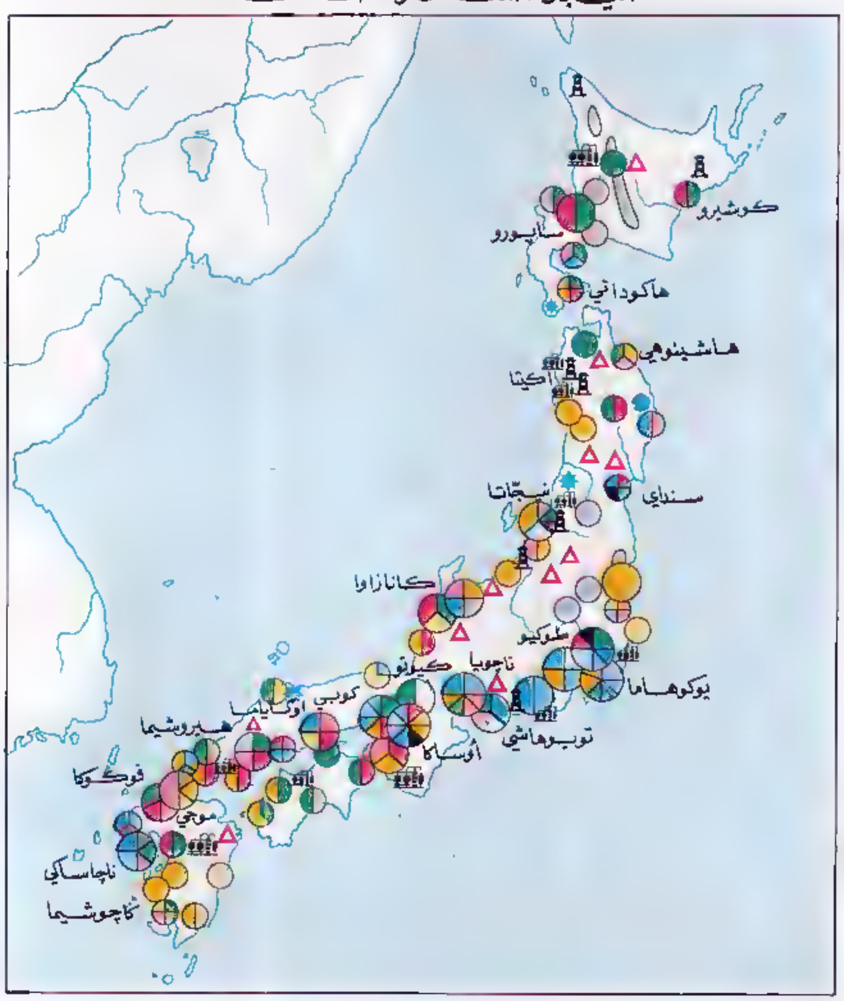


اليابان: جزيرة هوكايدو.



اليابان: تجمّع حول المعبد.

اليابان : المعادن والصناعة

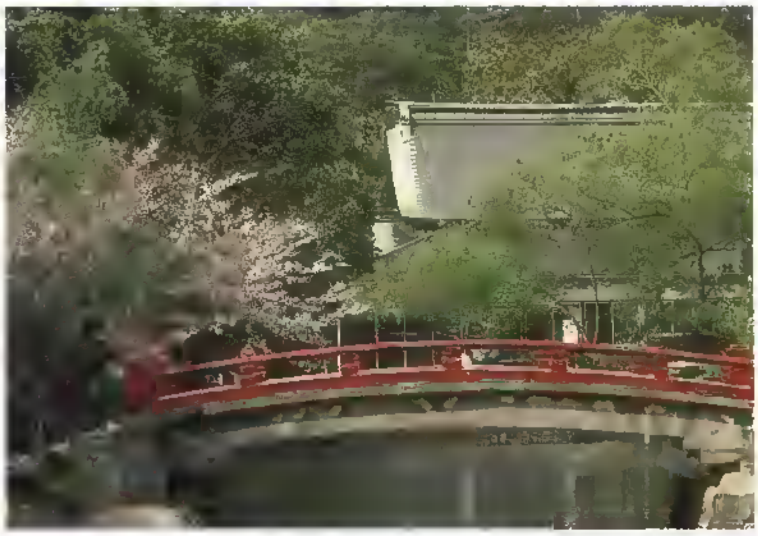




اليابان: قطار الرصاصة في طوكيو.



اليابان: بائع الأحذية.



اليابان: جسر كاماكورا.



اليابان: مزرعة.



اليابان: معبد الشنتو.



اليابان: مصباح حجري.



اليابان: حديقة ميجي ايرس في طوكيو.



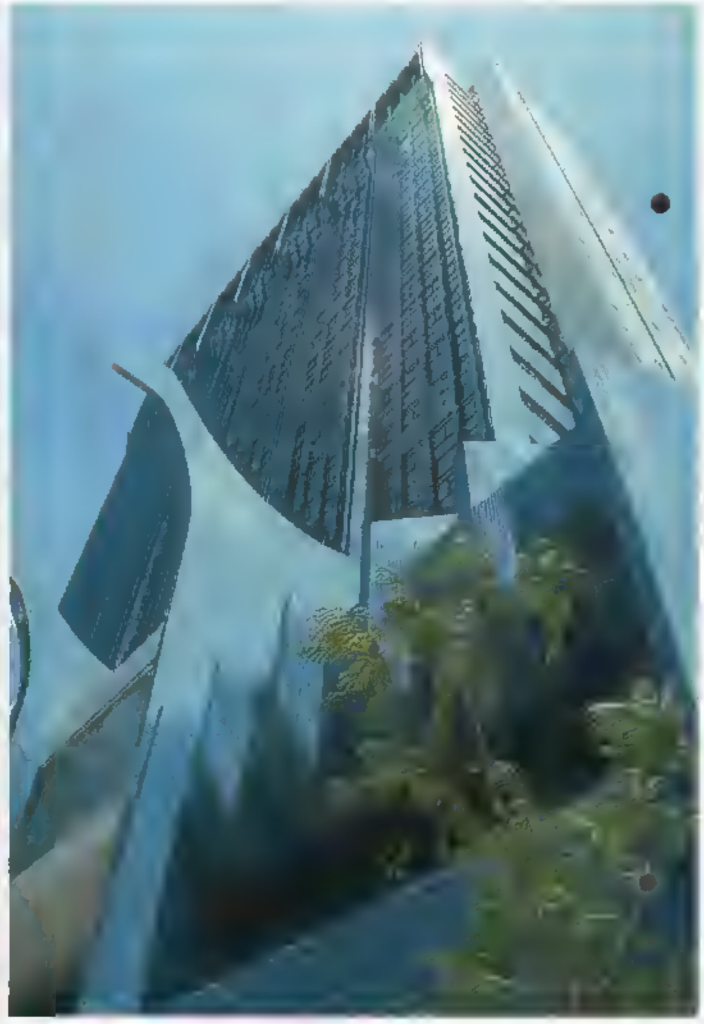
اليابان: منزل ريفي.



اليابان: طريق ريفية.



سوق عائم في تايلاندا



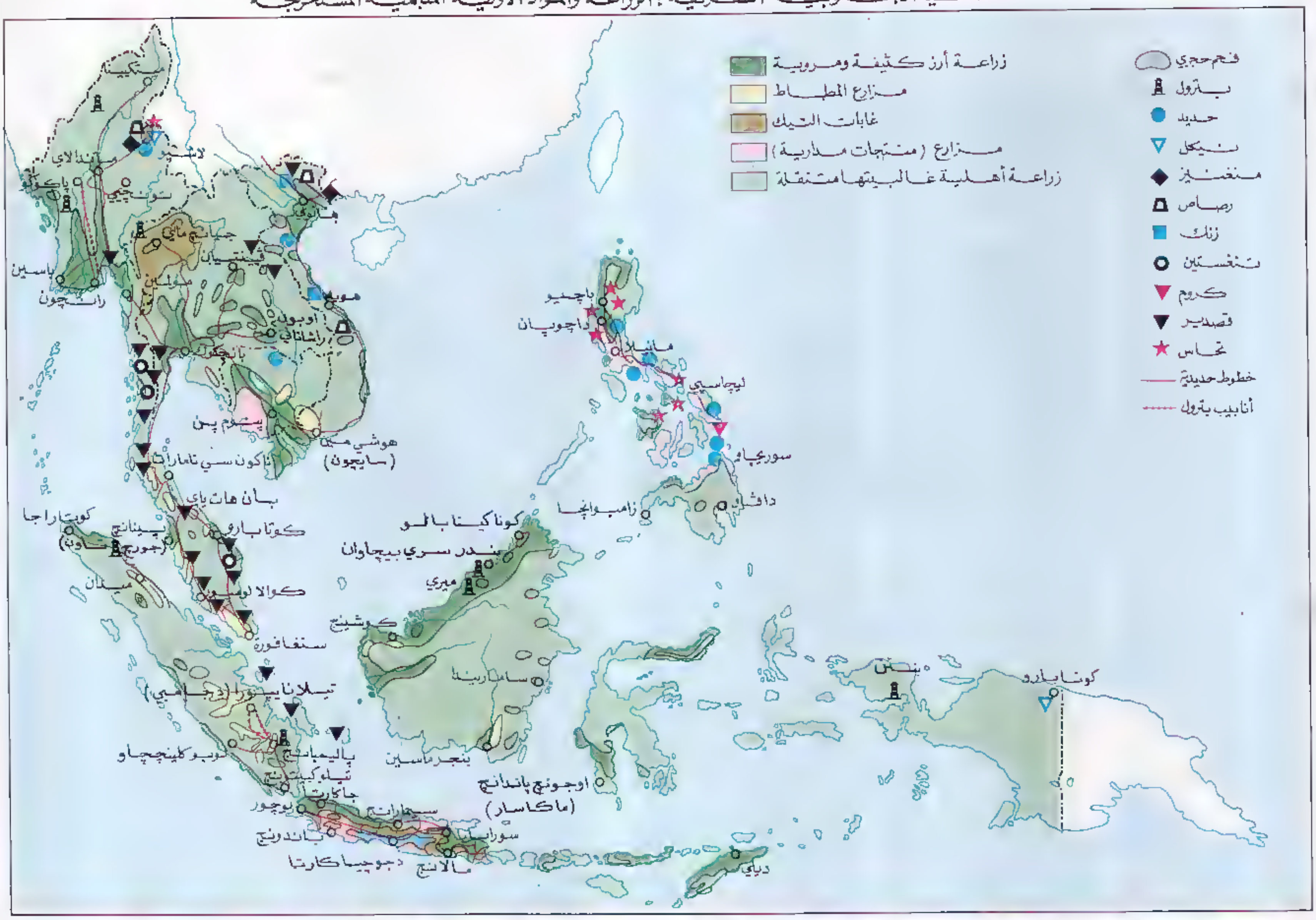
ماليزيا: الفن المعماري الحديث في كوالا لومبور.

زراعة الأرزّ في أندونيسيا



اتحاد ماليزيا وأندونيسيا







اندونيسيا: استعمال الجاموس للفلاحة.



اندونيسيا: سوق الخضار والفواكه في بالي.



اندونيسيا: مستودع الأرز.



اندونيسيا: حامل الأرز.

اندونيسيا والفيليبين



السلم ١ : ١٢ ٠٠٠ ٠٠٠

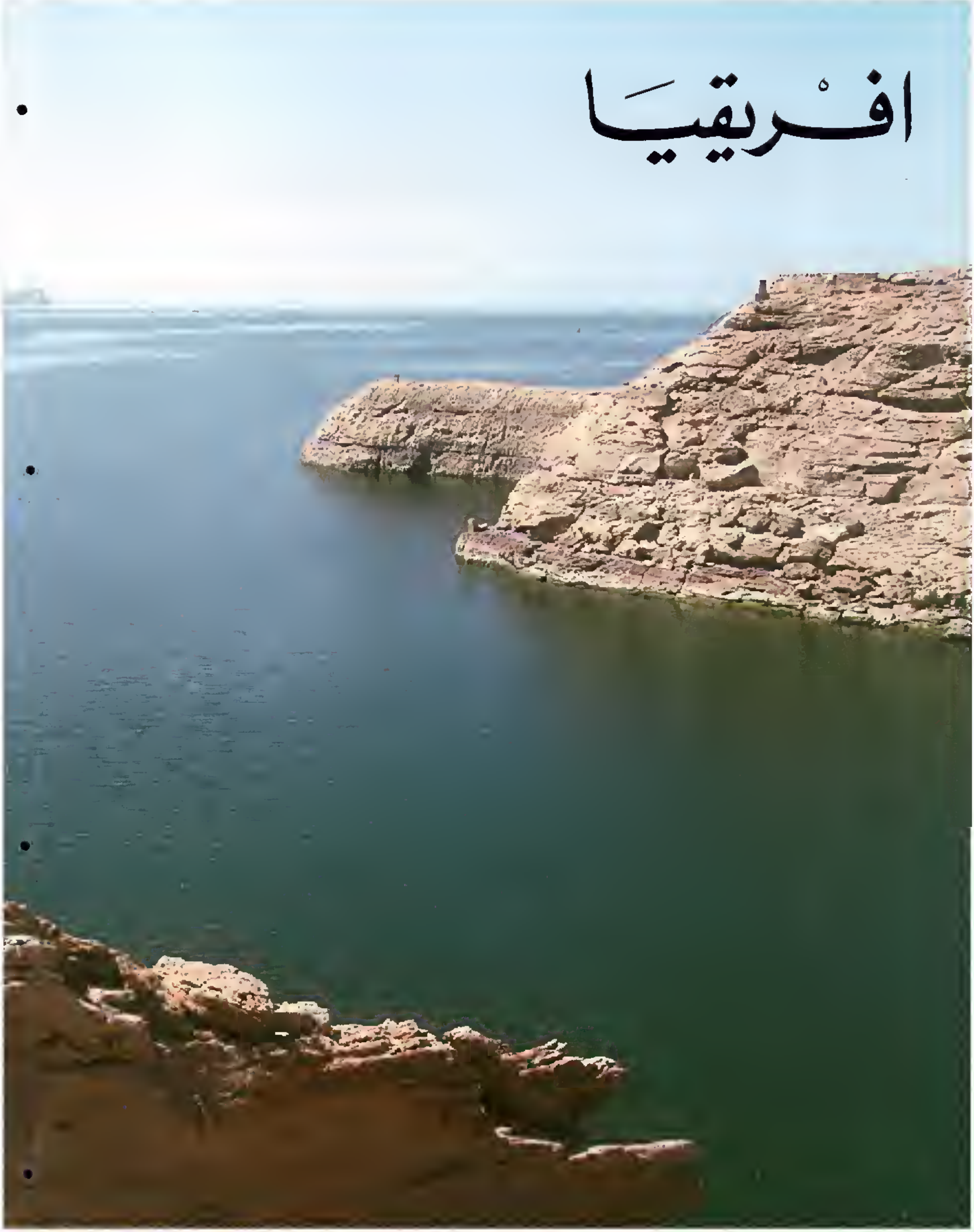
صفر ١٠٠ ٢٠٠ ٣٠٠ ٤٠٠ ٥٠٠ كم

خريطة رقم ١٧



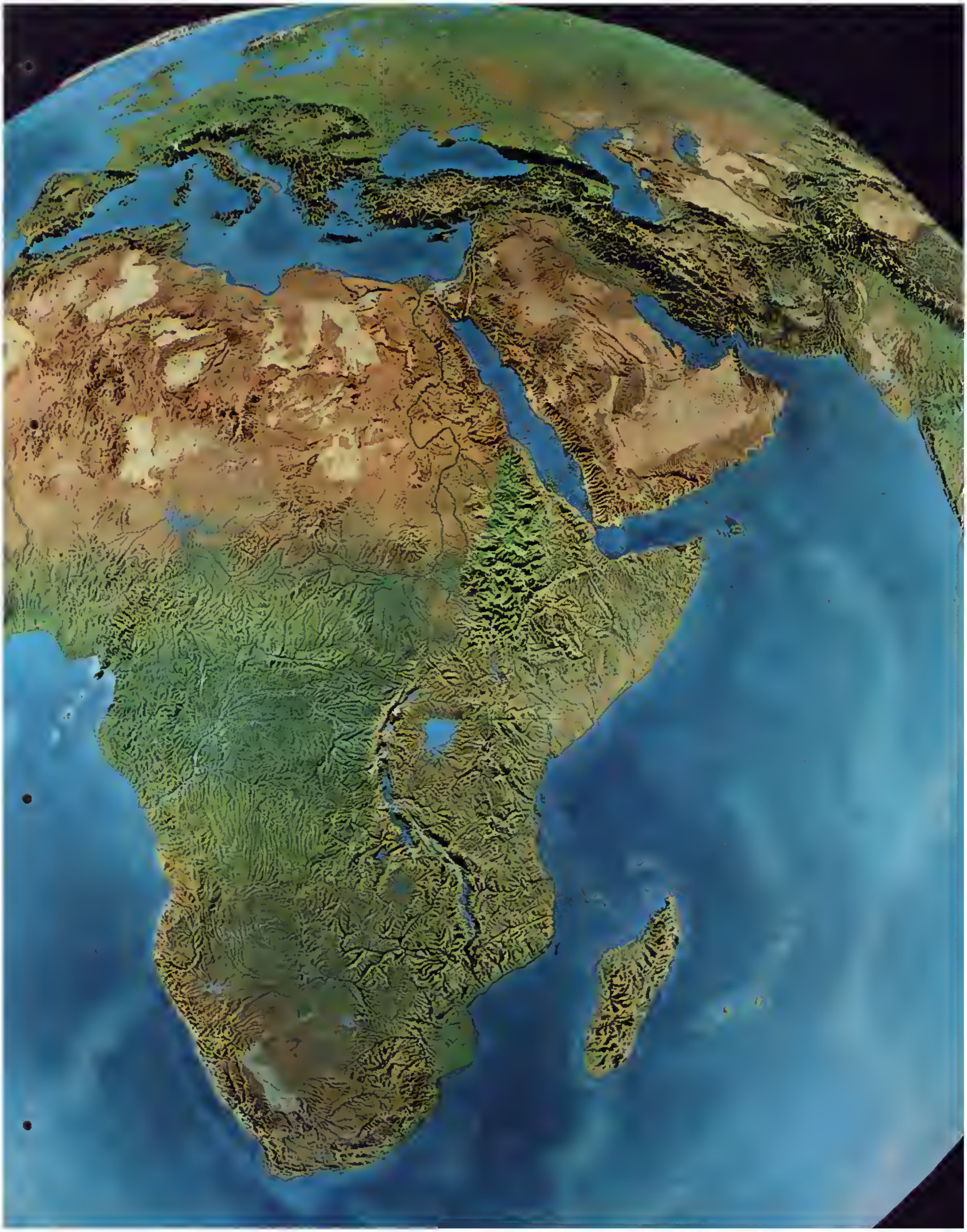
تايلاند
كامبودجا
بانجكوك
بنوم بن
اتحاد ماليزيا
سنغافورة
بروناي
ساراواك
(اتحاد ماليزيا)
كاليمانتان
بحر الصين الجنوبي
خط الاستواء
جزر السوندا
بحر جاوة
جاكارتا (باتافيا)
جاوة
المحيط الهندي
ش. بدران

افْريقيَا





مصر: بحيرة ناصر في أسوان



أفريقيا

أفريقيا هي ثاني أكبر قارة بين قارات العالم السبع. تشكل أفريقيا حوالي ٢٢٪ [illegible] أفريقيا ١٤٪ من سكان العالم [illegible] [illegible] أفريقيا إلى حوالي [illegible] على طول [illegible] كيلومتراً من أقصى [illegible] [illegible] رأس [illegible] في جنوب أفريقيا [illegible] [illegible] [illegible] أعلى نقطة في القارة [illegible] [illegible] في أفريقيا هي بحيرة [illegible] [illegible] [illegible] نسبة إلى مساحة القارة [illegible] أقل من طول الخط الساحلي في أي قارة أخرى.

تتكون القارة الأفريقية من [illegible] الصحراء الكبرى، أكبر صحراء في العالم [illegible] الصحراء الكبرى منطقة شمال أفريقيا [illegible] [illegible] إلى جنوب الصحراء الكبرى [illegible] [illegible] أفريقيا في المنطقة الواقعة إلى جنوب الصحراء الكبرى [illegible] [illegible] وغرب أفريقيا [illegible] [illegible] [illegible] أفريقيا [illegible]

[illegible] الأفارقة [illegible] الإنسان الأوائل [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] الاقتصادي الرئيسي في أفريقيا [illegible] [illegible] [illegible] [illegible]

[illegible] الأفارقة أكبر [illegible] في العالم [illegible] [illegible] [illegible] [illegible]

البيئة الطبيعية

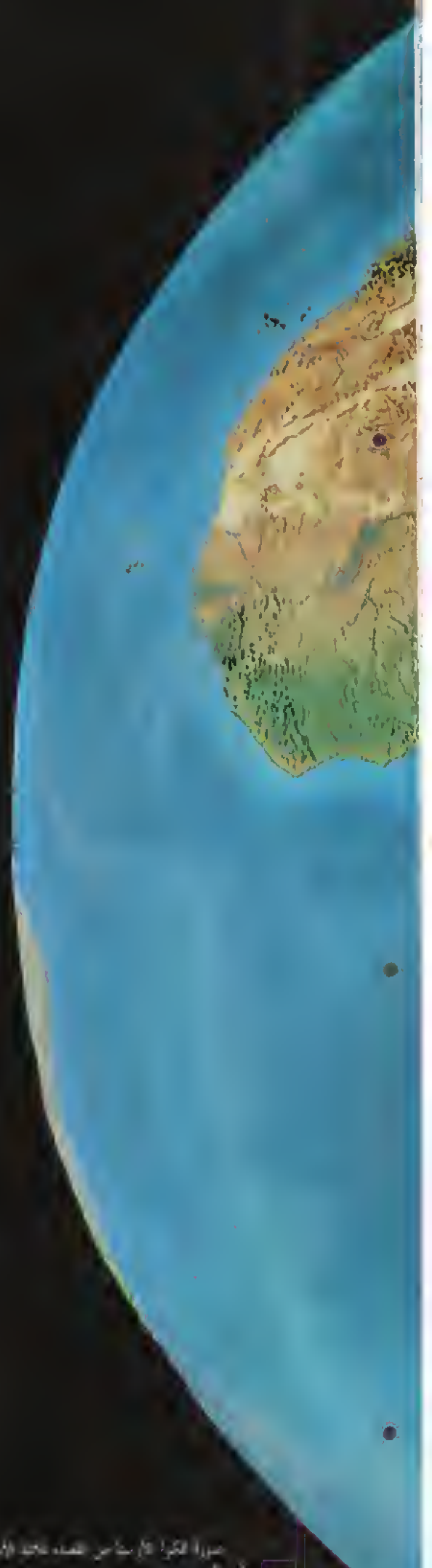
[illegible] الساحل [illegible] الأطلس في الشمال الغربي [illegible] [illegible] المشبهة [illegible]

التاريخ الجيولوجي

[illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible]

المناطق التضاريسية

يمكن تقسيم أفريقيا إلى [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] في الصحراء الكبرى [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible]



صورة الكرة الأرضية من الفضاء ثلاثية الأبعاد

متر، ترتفع جبال دراكنسبرج، التي تمتدّ حوالى ١١٠٠ كيلومتر على طول الساحل الجنوبيّ الشرقيّ؛ وفي أقصى الجنوب، تغطّي هضبة قاحلة، تُعرف بالمرج العالي، القسم الأكبر من جنوب أفريقيا.

تقع المرتفعات الشرقيّة، وهي أعلى جزء من القارّة، قرب الساحل الشرقيّ وتمتدّ من البحر الأحمر جنوباً إلى نهر الزمبيزي. يصل متوسّط ارتفاع المنطقة إلى أكثر من ١٥٠٠ متر، لكنّها ترتفع بالتدريج إلى نحو ٣٠٠٠ متر في الهضبة الأثيوبيّة. ويشكّل رأس دشن (٤٦٢٠ متراً) أعلى قمّة في الهضبة. إلى جنوب الهضبة الأثيوبيّة، يرتفع عدد من القمم البركانيّة العاليّة، مثل جبل كيليمانجارو وجبل كينيا وجبل ايلجون. يشكّل وادي الصدع الكبير معلماً طوبوغرافيّاً مميّزاً للمرتفعات الشرقيّة، وهو شبكة صدعيّة كبيرة تخترق المنطقة من الشمال إلى الجنوب. غرب وادي الصدع الكبير، تمتدّ سلسلة روونزوري، التي يبلغ أقصى ارتفاع لها ٥١١٩ متراً. تُظهر طوبوغرافيا جزيرة مالاجاسي (مدغشقر) هضبة وسطى وعرة تمتدّ في خطّ شماليّ جنوبيّ، عموماً، قرب الساحل الشرقيّ للجزيرة.

نظراً إلى أنّ القسم الأكبر من القارّة الأفريقيّة لم يُغمر بمياه البحر لملايين السنين، تكوّنت الأتربة محليّاً، بفعل التجوية بشكل رئيسيّ، ولم تستفد سوى مناطق قليلة من الأتربة التي جرفتها الأنهار أو التيّارات البحريّة. تعاني الأتربة الأفريقيّة، في معظمها، تصريفاً غير منتظم للمياه، وليس لها أيّ نطاق مائيّ واضح. إنّ معظم هذه الأتربة غير خصبة نسبيّاً، نظراً لارتشاح المعادن بسبب الأمطار الغزيرة وارتفاع درجات الحرارة. وتغطّي أيضاً الأتربة الصحراويّة، التي لا تحتوي على أيّ مادّة عضويّة تُذكر، مساحاتٍ شاسعة من القارّة. تشمل الأتربة الأكثر خصباً التربة الطريّة المعروفة أيضاً بالتربة السوداء والمتواجدة في شرق أفريقيا، والتربة البُدْزوليّة الرماديّة المتواجدة في أجزاء من أفريقيا الغربيّة والجنوبيّة.

الثروة المائيّة

هناك ستّ شبكات صرف كبرى في أفريقيا. وباستثناء حوض التشاد، تصبّ جميع هذه الشبكات في البحر، وتقطعها جميعها شلالات أو منحدرات شديدة التحدّر تجعلها غير صالحة للملاحة. يجري نهر النيل على مسافة ٦٦٧١ كيلومتراً، ما يجعله أطول نهر في العالم. يتكوّن النيل من النيل الأزرق الذي ينبع من بحيرة تانا في أثيوبيا، والنيل الأبيض الذي ينبع من بحيرة ڤيكتوريا في شرق أفريقيا، ويجري النهر غرباً وشمالاً قبل أن يصبّ في البحر المتوسّط. يصرّف نهر الكونجو، الذي يبلغ طوله نحو ٤٦٧٠ كيلومتراً، القسم الأكبر من مياه وسط أفريقيا. ينبع هذا النهر في زامبيا ثم يسيل شمالاً وغرباً وجنوباً قبل أن يصبّ في المحيط الأطلسيّ. يشكّل نهر النيجر، الذي يجري في غرب أفريقيا، ثالث أطول نهر في أفريقيا، ويبلغ طوله حوالى ٤١٨٠ كيلومتراً؛ لا تصلح أجزاؤه العليا للملاحة إلّا في موسم الأمطار. ينبع النيجر من مرتفعات فوتاجالون ويجري شمالاً وشرقاً قبل أن يتحوّل إلى الجنوب ليصبّ في خليج غينيا. ينبع نهر الزمبيزي، الذي يبلغ طوله نحو ٣٥٤٠ كيلومتراً، في زامبيا في جنوب شرق أفريقيا ويجري جنوباً وشرقاً ليصبّ في المحيط الهندي. تعترض مجرى الزمبيزي عدّة منحدرات، تُعتبر شلّالات ڤيكتوريا أكثرها مشهديّة وإثارة للإعجاب. يُصرِّف نهر أورانج مياه أفريقيا الجنوبيّة ويبلغ طوله، مع رافده نهر ڤال، حوالى ٢١٠٠ كيلومتر. ينبع هذا النهر من جبال دراكنسبرج ويجري غرباً إلى المحيط الأطلسيّ. تجمّع بحيرة التشاد، وهي بحيرة عذبة قليلة العمق لا يتجاوز متوسّط عمقها ١,٢ متر، مياهَ الأنهار المجاورة وتشكّل إحدى أكبر مناطق الصرف الداخليّة في أفريقيا.

تضمّ الوديان الصدعيّة العميقة في المرتفعات الشرقيّة مجموعة كبيرة من البحيرات. وتشمل هذه المجموعة الإستوائيّة من البحيرات بحيرة توركانا وألبرت وتانجانيكا ومالاوي (نياسا). إلّا أنّ بحيرة ڤيكتوريا، وهي أكبر بحيرة في أفريقيا وثالث أكبر بحيرة في العالم، لا تنتمي إلى هذه المجموعة؛ وتحتلّ بحيرة ڤيكتوريا منخفضاً قليل العمق في المرتفعات الشرقيّة.

يشكّل التحكّم الفعّال بمخزون المياه مشكلة كبيرة في أفريقيا. تعاني مناطق واسعة ضآلة المطر؛ وتتلقّى مناطق أكثر امتداداً أمطاراً غير منتظمة، ما يضطرّها إلى خزن المياه للإحتياط ضد تأخّر هطول المطر أو هطول كميّة غير كافية منه. بالمقابل، تتلقّى مناطق أخرى كميّات مفرطة من المياه فتشكّل مستنقعات شاسعة، وتعاني مناطق واسعة فيضانات دوريّة. في السنين القليلة الماضية، أُنشيء الكثير من السدود والخزّانات لتوجيه المياه في أقنية للريّ ولتوليد الطاقة الكهربيمائيّة. نظراً للعدد الكبير من الأنهار الافريقيّة وشدّة تحدّر مجاريها، يقدّر الخبراء أن أفريقيا تملك نحو ٤٠٪ من السعة الكهربيمائيّة الإجماليّة في العالم. ومن أهم السدود الأفريقيّة، نذكر سدّ أسوان العالي على نهر النيل وسدّ أكوسومبو على نهر الڤولتا وسدّيْ كاريبا وكابورا باسا على نهر الزمبيزي.

المناخ

تتميّز أفريقيا، أكثر من أيّ قارّة أخرى، بمناخ متماثل عموماً. ويعود ذلك إلى موقع القارّة في المنطقة بين المدارين، وتأثير التيّارات المحيطيّة الباردة، وغياب السلاسل الجبليّة التي تعمل كحواجز أو حدود مناخيّة.

يمكن تمييز سبع مناطق مناخيّة رئيسيّة في أفريقيا. في الجزء الأوسط من القارّة والساحل الشرقيّ لمالاجاسي، يسود مناخ غابة المطر الاستوائيّة. يبلغ المعدّل السنويّ لدرجات الحرارة في هذه المنطقة حوالى ٢٦,٧° مئوية، ويصل المعدّل السنوي لسقوط المطر إلى نحو ١٧٨٠ مليمتراً. يشبه مناخ الساحل الغيني المناخ الإستوائيّ، باستثناء أنّ سقوط المطر مركّز في موسم واحد؛ ولكن، ليس من أشهر جافّة عديمة المطر في هذه المنطقة.

إلى الشمال والجنوب، تحلّ مكان مناخ غابة المطر منطقة مناخيّة، تُعرف بالسفناء المداريّة، تشمل حوالى خُمس مساحة القارّة. يتميّز مناخ هذه المنطقة بموسم رطب في الصيف وموسم جافّ في الشتاء. ويتراوح معدّل سقوط المطر الاجماليّ من ٥٥٠ مليمتراً إلى ما يزيد عن ١٥٥٠ مليمتراً. مع الابتعاد عن خطّ الإستواء، إلى الشمال وإلى الجنوب، تتدرّج منطقة السفناء المناخيّة لتتحوّل إلى منطقة سهوب أكثر جفافاً. يتراوح المعدّل السنويّ لسقوط المطر في هذه المنطقة بين ٢٥٠ و٥٠٠ مليمتر، وتهطل هذه الأمطار في موسم واحد.

إنّ مساحة الأراضي الأفريقيّة الواقعة في المنطقتين المناخيّتين الجافّة والصحراويّة تفوق نسبيّاً مساحة الأراضي الجافّة في أيّ قارة أخرى، باستثناء استراليا. وتتلقّى كلّ من هذه المناطق – الصحراء الكبرى في الشمال، وصحراء كالاهاري وناميبيا في الجنوب الغربيّ – أقل من ٢٥٠ مليمتراً من المطر سنويّاً. في الصحراء الكبرى، تسجّل درجات الحرارة درجات قصوى يوميّة وموسميّة متطرّفة. يصل معدّل درجات الحرارة في شهر تموز إلى أكثر من ٣٢,٢° مئوية؛ وفي الموسم البارد، غالباً ما تسقط درجة الحرارة تحت الصفر.

في المنطقتين الواقعتين في أقصى الشمال الغربيّ وأقصى الجنوب الغربيّ من أفريقيا، يسود مناخ متوسّطي يتميّز بشتاء لطيف ورطب وصيف حارّ وجافّ. في مرتفعات شرق آسيا، خصوصاً في كينيا وأوغندا، تتوزّع الأمطار بشكل شبه متماثل على مدار السنة، وتتساوى درجات الحرارة. ويسود مناخ معتدل على الهضبة العالية في أفريقيا الجنوبيّة.

الغطاء النباتيّ

يمكن تصنيف الحياة النباتيّة في أفريقيا وفقاً لمعدّل سقوط المطر والمناطق المناخيّة. في منطقة غابة المطر الإستوائيّة، حيث يزيد معدّل سقوط المطر عن ١٢٧٠ مليمتراً، تغطّي السطح طبقة كثيفة من الجنبات (الشُجيرات) ونباتات السرخس[1] والأشنة (الطحالب)، تعلوها أشجار دائمة الخضرة ونخل دهنيّ وأنواع كثيرة من ذوات الخشب الصلب الاستوائيّة. في الجبال العالية في الكاميرون وأنجولا وشرق أفريقيا وأجزاء من أثيوبيا، تقع منطقة غابات جبليّة تتلقّى كميّة أمطار سنويّة، لا تقلّ كثيراً عن كميّة الأمطار التي تهطل في غابات المطر الاستوائيّة. تغطّي أرض هذه المنطقة طبقة من الجنبات الخفيضة، ترتفع فوقها أشجار من ذوات الخشب الصلب والنخل الدهني والصنوبريّات البدائيّة. في منطقة السفناء الحرجيّة، التي تتلقّى كميّة مطر سنويّة تتراوح بين ٨٩٠ و١٤٠٠ مليمتر، تغطّي طبقة من الأعشاب والجنبات المقاومة للحريق مساحات شاسعة من الأراضي، وتنمو فوقها أشجار معبلة[2] وقرنيّة مقاومة للحريق. في منطقة السفناء العشبيّة، التي تتلقّى كميّة مطر سنويّة تتراوح بين ٥٠٠ و٨٩٠ مليمتراً تقريباً، تغطّي الأرضَ أعشابٌ قصيرة وجنباتٌ خفيضة، وتنتشر فوقها شجيرات صغيرة معبلة. تتميّز منطقة الشجيرات الشائكة (نباتات سهبيّة)، التي تتلقّى كميّة مطر سنويّة تتراوح بين ٣٠٠ و٥١٠ مليمترات، بغطاء عشبيّ رقيق، وعدد قليل من الأشجار العُصاريّة ونصف العُصاريّة المبعثرة هنا وهناك. تتلقّى المنطقة العَيْصيّة (ذات الجنيبات الخفيضة) المجاورة للصحراء كميّة أمطار سنويّة تتراوح بين ١٣٠ و٣٠٠ مليمتر، وتغطّيها طبقة من الأعشاب والجُنيبات الخفيضة المبعثرة. في المنطقة الصحراويّة، حيث لا يتجاوز المعدّل السنوي لسقوط المطر ١٣٠ مليمتراً، تنمو النباتات بشكل متناثر أو تنعدم تماماً.

الحياة الحيوانيّة

نجد منطقتين متميّزتين من الحياة الحيوانيّة في أفريقيا: المنطقة الشماليّة والشماليّة الغربيّة، التي تشمل الصحراء الكبرى؛ والمنطقة الأثيوبيّة، التي تشمل جميع الأراضي الواقعة إلى جنوب الصحراء الكبرى. تتميّز المنطقة الشماليّة والشماليّة الغربيّة بحيوانات شبيهة بحيوانات أوراسيا. تكثر في هذه المنطقة الخراف والماعز والجياد والجمال. ويشكّل خروف المغرب والأيّل الافريقي الأحمر وضربان من تيس الجبل (أو الوعل) أنواعاً بلديّة يتميّز بها الساحل الأفريقيّ الشماليّ. يعيش ثعلب الصحراء والأرنب البرّي والغزال والجربوع (قارض قفّاز صغير) في الصحراء الكبرى. تشتهر المنطقة الأثيوبيّة بالتنوّع الكبير في الحيوانات والطيور المميّزة التي تسكنها. تعيش في الأراضي الحرجيّة والعشبيّة أنواع كثيرة من الظباء، الأيائل، العتّابي (الحمار الوحشيّ)، الزرافة، الجاموس، الفيل الأفريقيّ، وحيد القرن، التمساح وسعادين مختلفة. وتشمل اللواحم، أو

(١) السرخس: شجرة خضراء يبلغ طول بعض منها حوالى ٢٤ متراً، وكانت هذه الشجرة السائدة في العالم منذ ٣٠٠ مليون سنة.

(٢) معبلة: أشجار تسقط أوراقها عند اقتراب موسم البرد.

الحيوانات الآكلة للّحم، الأسد والفهد والفهد الصيّاد والضبع وابن آوى والنمس. تعيش الغوريلا، أكبر قرد في العالم، في غابات المطر في أفريقيا الإستوائيّة، حيث تسكن أيضاً السعادين والسناجب الطائرة والخفافيش واللّيموريّات.

تنتمي معظم الطيور إلى مجموعات أوراسيّة. يشكّل الغرغر، أو الدجاج الحبشيّ، طريدة هامّة للصيد. تتجمّع الطيور المائية، لا سيّما طيور البجع ومالك الحزين العملاق واللّقلق والبلشون الأبيض، في أعداد كبيرة جدّاً. يعيش طائر أبو منجل في منطقة النيل، وتتواجد النعامة في المناطق الشرقيّة والجنوبيّة من أفريقيا. الزواحف الأفريقيّة هي في معظمها من أصل أوراسي، وتشمل العظاء والتماسيح والسلاحف. وتنتشر مجموعة منوّعة من الحيّات السامّة، ومنها المَمْبة، في أنحاء المنطقة الأثيوبيّة. ومن الحيّات العاصرة، نجد الأصَلة في غرب أفريقيا بشكل رئيسيّ، فيما يقتصر وجود البواء العاصرة على جزيرة مالاجاسي. تزخر الأنهار والبحيرات بأعداد وفيرة من الأسماك، التي تزيد أنواعها المعروفة عن ٢٠٠٠ نوع. تعيش في أفريقيا مجموعة كبيرة ومنوّعة من الحشرات المضِرّة، وأبرزها البعوض والنمل الزحّاف والأرَض والجراد وذباب التسي تسي. وتنقل ذبابة التسي تسي مرض النوم إلى الإنسان والحيوان (ويُعرف هذا المرض عند الحيوانات بالناغانة).

الموارد المعدنيّة

تتمتع أفريقيا بموارد معدنيّة غنيّة، وتحتوي أرضها على معظم أنواع الخامات المعروفة في العالم، التي يتوفّر الكثير منها بكمّيات كبيرة، لكنّ توزيعها الجغرافي غير متساو. تتوفّر المحروقات الأحفوريّة بكميّات وفيرة، وتشمل تراكمات كبيرة من الفحم والنفط والغاز الطبيعيّ. تمتلك أفريقيا بعض أكبر الكمّيات الإحتياطيّة في العالم من الذهب والماس والنحاس والبوكسيت والمنغنيز والنيكل والبلاتين والكوبلت والراديوم والجرمانيوم والليثيوم والتيتانيوم والفوسفات. ونجد أيضاً موارد معدنيّة مهمّة أخرى مثل الحديد الخام والكروم والقصدير والزنك والرصاص والثوريوم والزركونيوم والفناديوم والأنتيمون والبريليوم. ونجد أيضاً كميّات قابلة للاستثمار من الصلصال والميكا والكبريت والملح والنطرون والجرافيت والحجر الكلسيّ والجِص.

التطوّر الاقتصادي

كان معظم الأفارقة تقليديّاً من المزارعين والرعاة الذين زرعوا المحاصيل، وربّوا الماشية لتأمين معيشتهم. وكانت الصناعة والحرف أنشطة تشغل جزءاً فقط من يوم العمل. أنشأت بضع دول شبكات تجاريّة خارجيّة بعيدة المدى، وفي هذه الأماكن سمحت المنشآت المتطوّرة المخصّصة للتبادل وأيضاً التخصّص الصناعي وشبكات الاتصال والبُنى الحكوميّة المتطوّرة، بالابقاء على الحركة التجاريّة. لكنّ مشكلات النقل والإتصال والإختلافات في العملة وغيرها من التضاربات، قد حدّت بشكل إجماليّ النشاط التجاريّ في أفريقيا.

مع الإستعمار الأوروبيّ، جاء الطلب من الخارج على منتجات معدنيّة وزراعيّة معيّنة، وحدثت هجرة داخليّة لليد العاملة؛ وأُنشئت شبكات نقل جديدة وأكثر أماناً؛ وأُدخلت التكنولوجيا والمزروعات الأوروبيّة؛ ونشأ اقتصاد تبادليّ حديث. وقد أضعفت السلع الأوروبيّة الأبخس ثمناً أو الأفضل نوعيّة، في الكثير من الأحوال، الصناعات والحرف المحليّة، كالنسيج وصناعة الحديد مثلاً. نشأت وتطوّرت الصناعات التحويليّة وأيضاً المرافيء والمراكز الاداريّة. وبرزت للوجود مجموعة منوّعة من الصناعات الإستهلاكيّة لتلبية الحاجات المحليّة الناشئة حديثاً. من المعالم المميّزة للاقتصاد الأفريقي، تواجد الإقتصاد الكفافي، جنباً إلى جنب، مع الاقتصاد التبادليّ. ويتوقّف النموّ الاقتصاديّ المستقبليّ على توفّر رؤوس الأموال للتوظيف والإستثمار، والطلب العالميّ على المواد الخام المحليّة، وتوفّر مصادر الطاقة، وحجم الأسواق المحليّة.

الزراعة

على رغم توسّع ونموّ التجارة والصناعة وأهميّة هذين النشاطين بالنسبة للإقتصاد، لا يزال معظم الأفارقة يعملون في الزراعة وتربية الماشية. في شمال وشمال غرب أفريقيا، يشكّل القمح والشوفان والذرة والشعير أهم الحبوب المزروعة، ويُعتبر البلح والزيتون والحمضيّات أهمّ محاصيل الأشجار المثمرة؛ كما تُزرع أيضاً مجموعة كبيرة ومنوّعة من الخضر. تشكّل قطعان الماعز والغنم أهمّ المواشي التي تربّى في أفريقيا. وفي منطقة الصحراء الكبرى، يربّي الرعيان البدو الجمالَ، ويزرع بعض المزارعين الساكنين في الواحات أشجار النخل والحبوب. إلى جنوب الصحراء الكبرى، تراجعت الزراعة المتنقّلة – وهي طريقة يجري فيها حرق وتنظيف وزرع مساحات صغيرة من الأرض ثم تركها تعود إلى أرض دغليّة – أمام الزراعة الثابتة. تشكّل الحبوب القسم الأكبر من المحاصيل خارج غابات المطر؛ ويُزرع الأرزّ واليام والمنيهوت والبامية وموز الجنّة والموز لتأمين الطعام. لا يمكن تربية الأبقار في المناطق التي تغزوها ذبابة التسي تسي باستمرار، أيْ في أكثر من ثلث مساحة القارّة. خارج مناطق تواجد ذبابة التسي تسي والغابات الكثيفة، تُربّى الأبقار بأعداد كبيرة، خصوصاً للّحم. إنّ تربية المواشي لإنتاج الحليب نشاط محدود نوعاً ما، ويتواجد بشكل رئيسيّ حول المدن في المناطق الشرقيّة والجنوبيّة من القارّة.

على رغم أنّ حوالى ٦٠٪ من مجمل الأراضي المزروعة مخصّصة للزراعة الكفافيّة (المخصّصة لتأمين الطعام)، تنتشر الزراعة التجاريّة في جميع أنحاء القارّة. تُزرع المواد الغذائيّة لتلبية حاجات الأسواق المدينيّة المحليّة، لكنّ الأفارقة يزرعون البنّ والقطن والكاكاو (حبوب الكاكاو) والفستق والنخل الدهني والتبغ للتصدير. وبالنسبة لبعض الصادرات الزراعيّة، مثل الكاكاو (حبوب الكاكاو) والفستق وكبش القرنفل والسيزال، تنتج أفريقيا أكثر من نصف الإنتاج العالميّ. وتركّز المزارع التي يملكها الأوروبيّون، والمتواجدة بشكل أساسيّ في المناطق الشرقيّة والجنوبيّة من أفريقيا، على إنتاج الحمضيّات والتبغ وغيرها من المواد الغذائيّة المعدّة للتصدير.

الحراجة وصيد الأسماك

تغطّي الغابات حوالى ربع مساحة أفريقيا الإجماليّة، غير أن قسماً كبيراً من الأشجار ليس له أي قيمة تجاريّة، إلّا كوقود محلّي. يُعتبر الجابون أحد أكبر منتجي الأوكومي، وهو خشب يُستعمل في صنع الخشب الرقائقيّ؛ كما أن شاطيء العاج وليبيريا وغانا ونيجيريا هي من أكبر البلدان المصدِّرة للأخشاب الصلبة. يتركّز صيد الأسماك في داخليّة القارّة في بحيرات وادي الصدع الكبير وفي العدد المتزايد من المزارع المخصّصة لتربية الأسماك. ينتشر صيد الأسماك في المحيط على نطاق واسع لتأمين الإستهلاك المحلّي، ويرتدي هذا النشاط أهميّة تجاريّة كبيرة قبالة المغرب وناميبيا وجنوب أفريقيا.

التعدين

يؤمّن استخراج الخامات القسم الأكبر من عائدات الصادرات الأفريقيّة، وتشكّل الصناعات الإستخراجيّة أكثر القطاعات تطوّراً في اقتصاد معظم الدول الأفريقيّة. تؤمّن جنوب أفريقيا حوالى نصف دخل أفريقيا من الخامات؛ ويأتي قسم كبير من هذا الدخل من تعدين الذهب والماس. أما البلدان الأخرى الرئيسيّة المنتجة للخامات، فهي ليبيا (نفط) ونيجيريا (نفط، غاز طبيعيّ، فحم، قصدير) والجزائر (نفط، غاز طبيعيّ، ركاز حديديّ) وزامبيا (نحاس، كوبالت، فحم، رصاص، زنك). ويتواجد النفط أيضاً على طول الساحل الأفريقيّ الغربيّ في حوض الجابون وجمهوريّة الكونجو وجمهوريّة الكونجو الديمقراطيّة وأنجولا. وتُستخرج أيضاً كميّات كبيرة من الأورانيوم، خصوصاً في جنوب أفريقيا والنيجر وجمهوريّة الكونجو الديمقراطيّة وجمهوريّة أفريقيا الوسطى والجابون. ويقع أكبر مخزون من الراديوم في العالم في جمهوريّة الكونجو الديمقراطيّة. يتركّز نحو ٢٠٪ من احتياطيّ النحاس العالميّ في زامبيا وجمهوريّة الكونجو الديمقراطيّة وجنوب أفريقيا وزيمبابويه. وتملك جمهوريّة الكونجو الديمقراطيّة أيضاً حوالى ٩٠٪ من مخزون الكوبالت المعروف في العالم، فيما تحتوي أرض سيراليون على أكبر احتياطيّ تيتانيوم معروف في العالم. تنتج أفريقيا نحو ثلاثة أرباع الذهب في العالم؛ وأهمّ الدول المنتجة جنوب أفريقيا، تليها زيمبابويه وجمهوريّة الكونجو الديمقراطيّة وغانا. تنتج مناجم جنوب أفريقيا وجمهوريّة الكونجو الديمقراطيّة كلّ الكميّة المنتجة تقريباً في العالم من الحجارة الكريمة والماس الصناعيّ. تنتشر الأركزة الحديديّة في جميع أنحاء القارّة. لطالما كانت الشركات العالميّة الكبيرة، ولا تزال، تستثمر الموارد المعدنيّة في أفريقيا. إلّا أنّ الحكومات الأفريقيّة قد أصبحت بشكل متزايد، في السنوات الأخيرة، من المساهمين المهمّين في عمليّات التعدين داخل البلد.

الصناعة

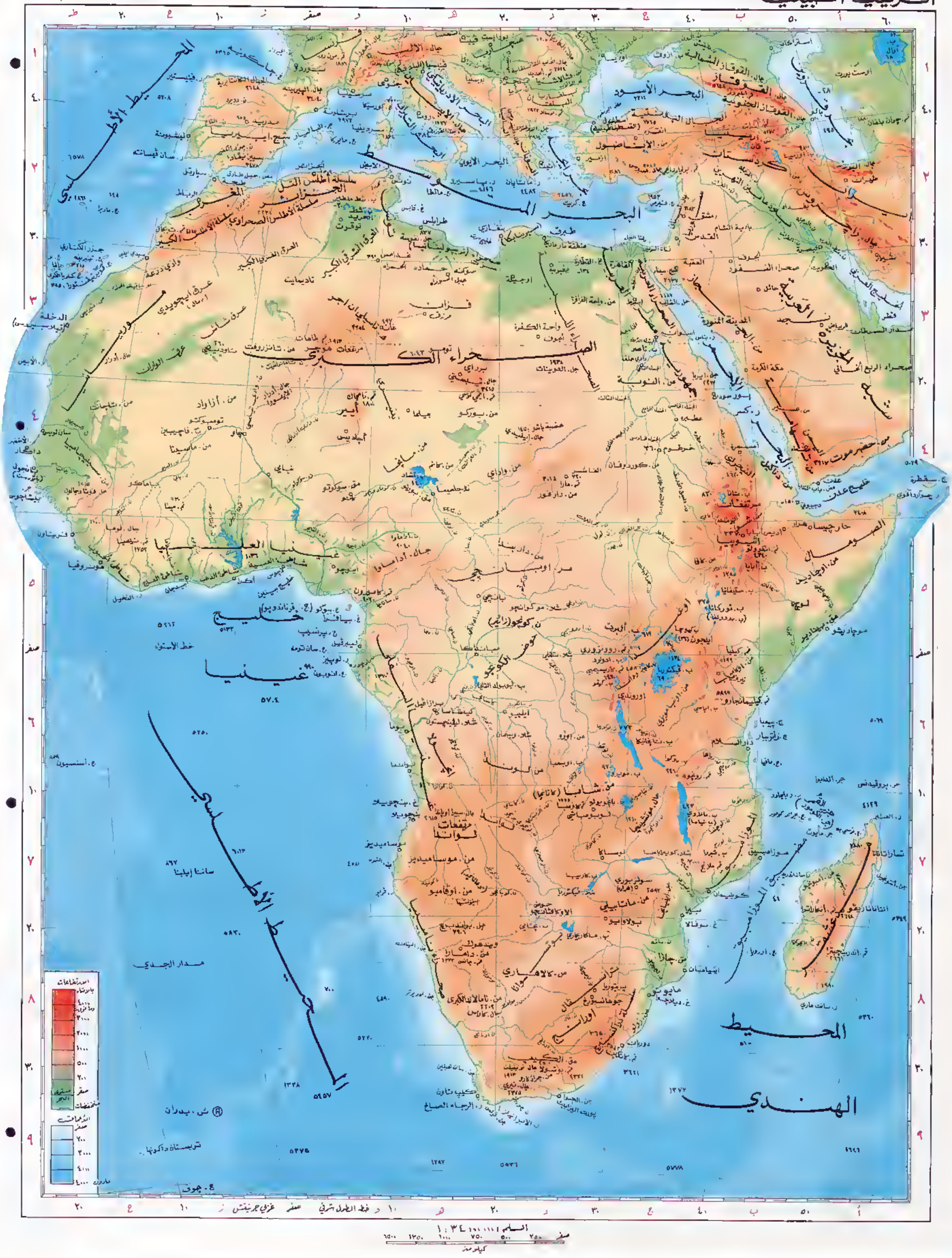
تنشأ الصناعات التحويليّة، مثل التكرير وتنقية المعادن، عن استخراج المعادن والنفط، وتتواجد هذه الصناعات في معظم البلدان الغنيّة بالخامات المعدنيّة والتي تتوفّر فيها الطاقة الكافية. يقوم معظم النشاط الصناعيّ الأفريقيّ في جنوب أفريقيا، حيث تتركّز الصناعات الثقيلة، مثل إنتاج المعادن وصناعة الآلات وصناعة وسائل النقل. وقد أُنشئت أيضاً مراكز صناعيّة كبيرة في زيمبابويه ومصر والجزائر. وتقوم صناعات متطوّرة تتناول المعادن في جمهوريّة الكونجو الديمقراطيّة وزامبيا؛ وقد اهتمّت كينيا ونيجيريا وشاطيء العاج بتنمية صناعة النسيج والصناعات الخفيفة وصناعة موادّ البناء. في معظم المناطق الأفريقيّة الأخرى، تقتصر الصناعة على صنع أو تركيب سلع استهلاكيّة، مثل الأحذية والدرّاجات والنسيج والأطعمة والمشروبات. وغالباً ما يُحَدّ حجم هذه الصناعات بفعل صغر السوق الإستهلاكيّة.

الطاقة

تُعتبر نيجيريا وليبيا والجزائر وأنجولا من البلدان المهمّة المنتجة للنفط. ويُصدَّر الغاز الطبيعيّ، في مجمله تقريباً، من الجزائر. يتركّز الفحم في زيمبابويه وجنوب أفريقيا، ويُستعمل القسم الأكبر من الإنتاج داخليّاً. تحتاج البلدان الأفريقيّة الأخرى إلى استيراد المحروقات. تمتلك أفريقيا ٤٠٪ من القدرة الكهربيمائيّة في العالم، إلّا أنّ نسبة صغيرة منها فقط قد طُوّرت واستُثمرت، ويعود السبب في ذلك إلى ارتفاع نفقات البناء وصعوبة الوصول إلى المواقع وبعدها عن الأسواق. ولكن، منذ العام ١٩٦٠، شُيِّد عدد من الإنشاءات الكهربيمائيّة الكبيرة.

خريطة رقم ١٨

أفريقيا الطبيعية



افريقيا السياسية





كينيا: الأفيال في غابات كينيا.

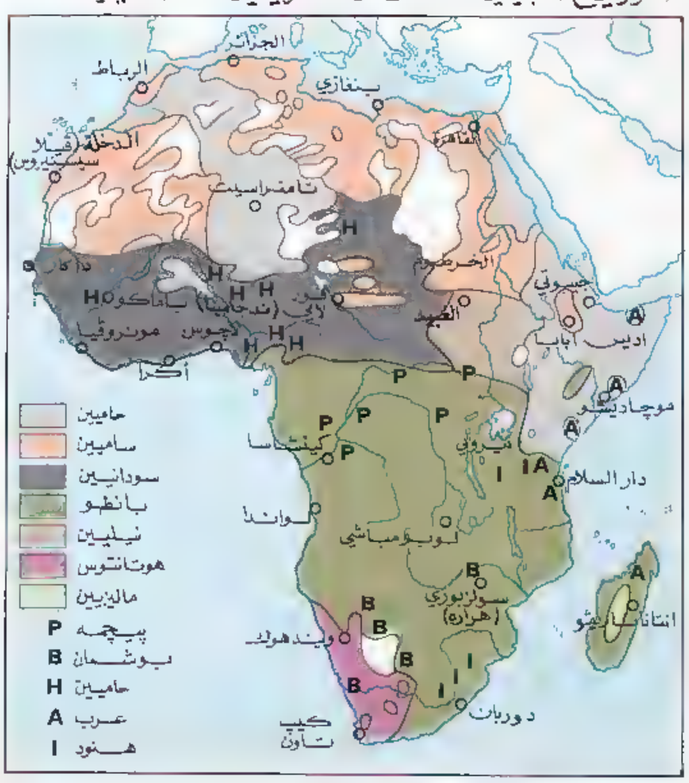


انجولا: الشاطىء الأطلسي في مدينة بنجويلا.

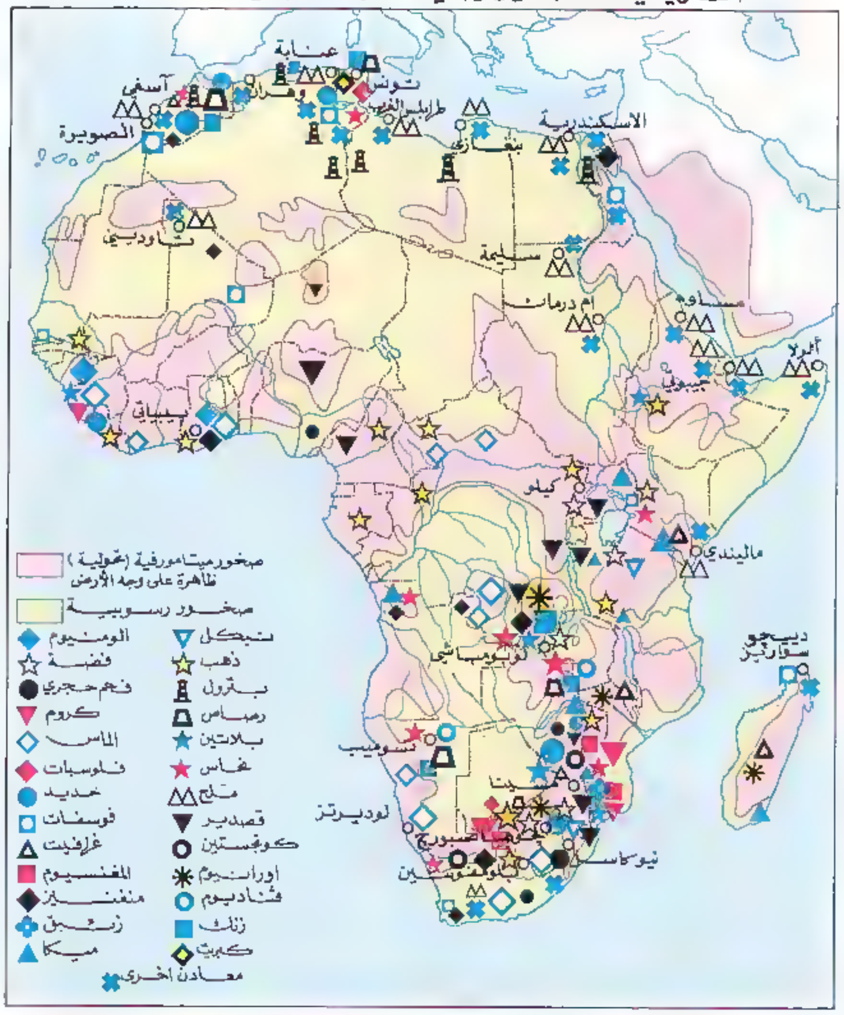


سوق السجاد.

التوزيع البياني لسكان افريقيا الأصليين

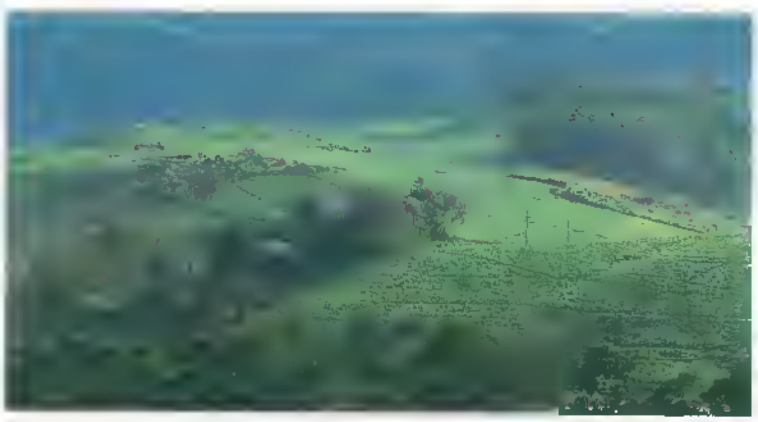


افريقيا: الجيولوجيا وأحواض المعادن



افريقيا: نمط الاقتصاد البدائي





زيمبابويه: مزارع الشاي في وادي هوند.

افريقيا: مناطق الإنتاج الزراعي المخصص للتجارة ومنشآت النقل المتعلقة بها



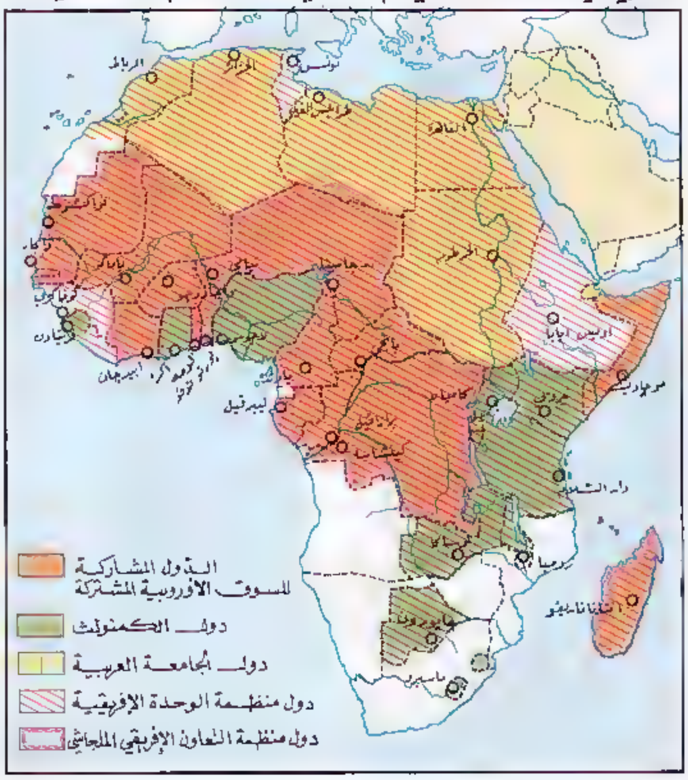


زيمبابويه: مجمّع سياحي في مدينة ماكاسا.



زيمبابويه: فندق شلالات ڤيكتوريا.

افريقيا: التنظيم السياسي والاقتصادي





زيمبابويه: جبال هوندا ڤيل.

الإكتشاف والتوغل الأوروبي في افريقيا



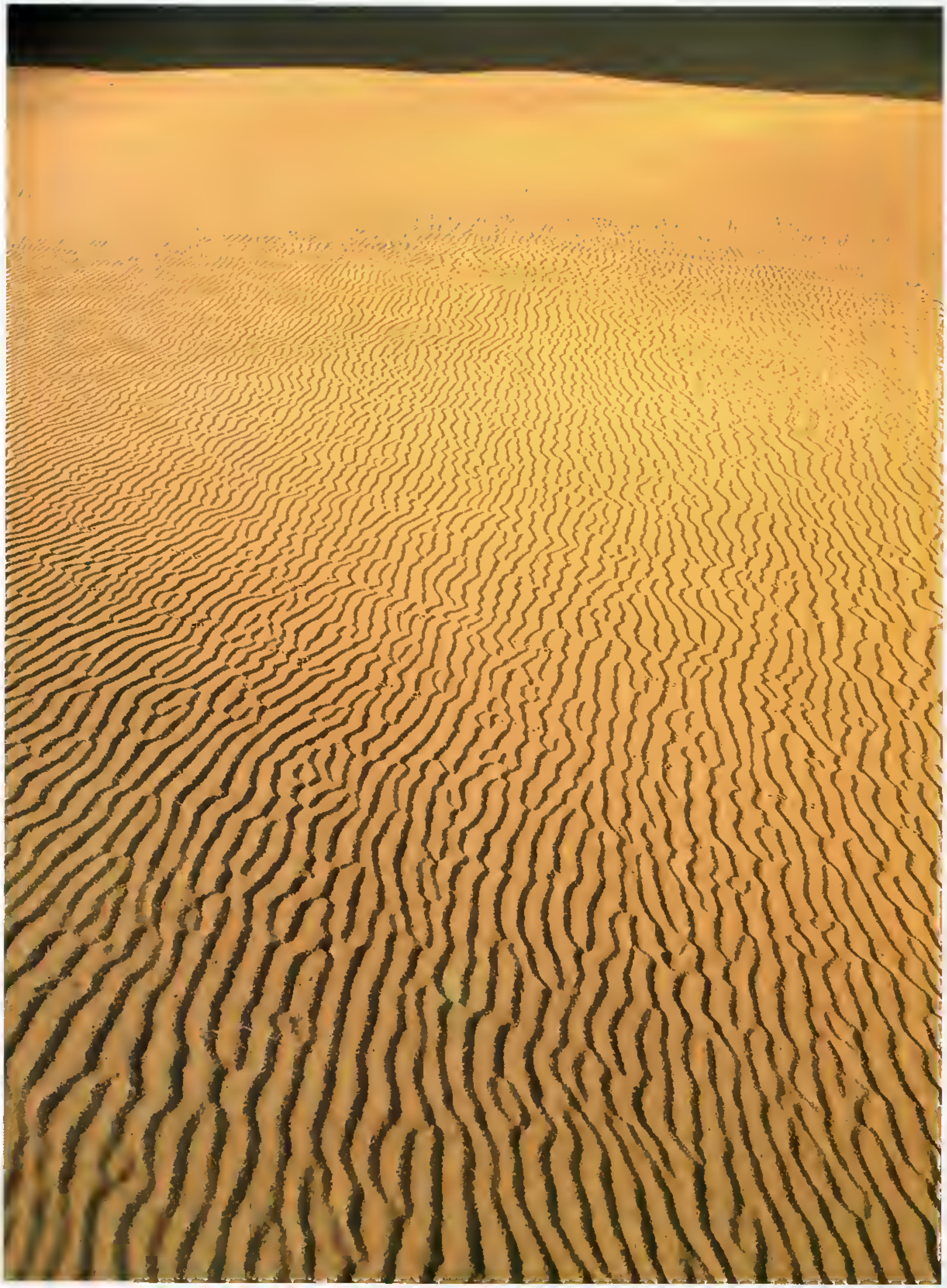
افريقيا المتوسطية والصحراوية



خريطة رقم ٣٠



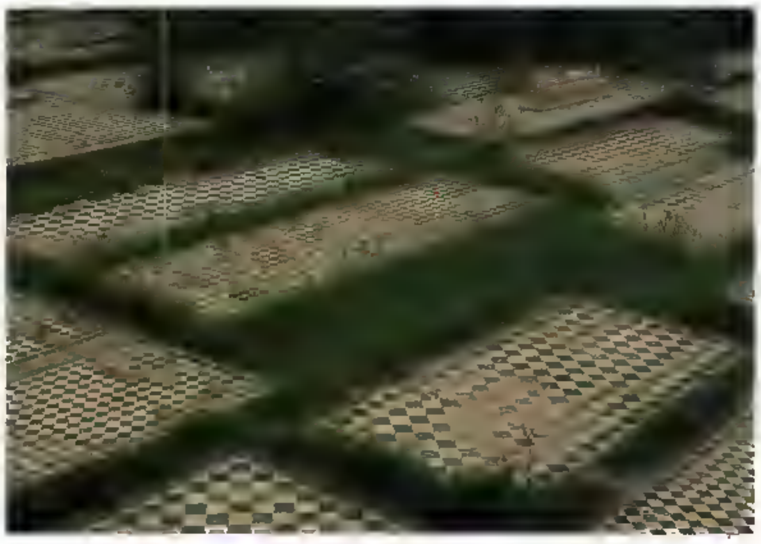
المحيط
الأطلسي
الكناري
الأسور (البرتغال)
ماديرا (البرتغال)
مدريد
برشلونة
لشبونة
البرتغال
الأندلس
غرناطة
طنجة
الرباط
الدار البيضاء
فاس
مراكش
وهران
تلمسان
حمادة درعة
الساقية الحمراء
موريتانيا
نواكشوط
تومبكتو
داكار
جامبيا
نيامي
فولتا العليا
غانا
شاطئ العاج
خط الطول
شرقي غرينتش
السلم
أنابيب بترول
أنابيب غاز



مشهد للكثبان الرمليّة في الصحراء الكبرى



مصر: دير البحري.



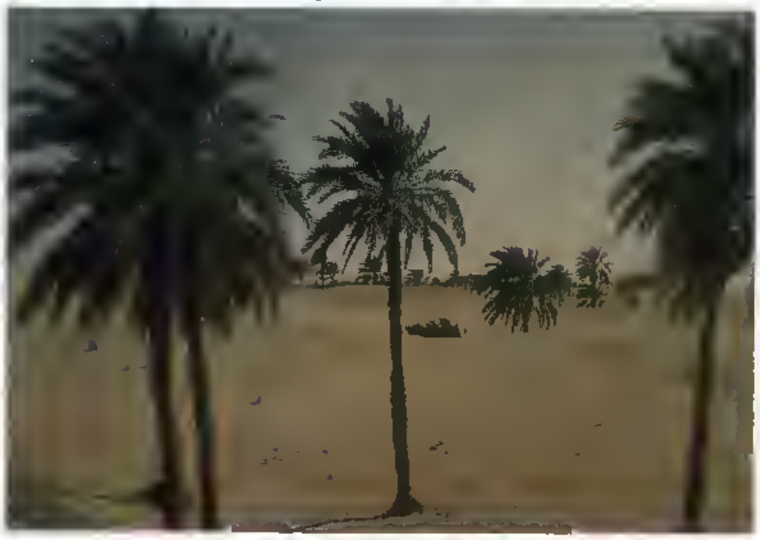
المغرب: مقابر سعديان.



مصر: سفينكس الكبير في الجيزة.



المغرب: مشهد لمطعم في المغرب.



الجزائر: واحة في الصحراء.



الجزائر: سوق المدينة.



تونس: بائع الحلي.



الجزائر: المسجد الرئيسي.



المغرب: مشهد لقرية.


المملكة العربية السعودية
صحراء الربع الخالي
اليمن
حضرموت
خليج عدن
المحيط الهندي
كينيا
اوغندا
الخرطوم
مكة المكرمة
جدة
المدينة المنورة
الرياض
صنعاء
عدن
جيبوتي
اديس ابابا
بورسودان
موجاديشو
الكويت
البصرة
قطر
واحة اللواء
الإمارات العربية المتحدة
سلطنة عمان
خط الطول ٤٠ شرق جرينتش
ش. بدران



كينيا: كوخ قش بجانب بحيرة توركانا.



مالي: سوق البرتقال.



النيجر: سوق بجانب نهر النيجر.



كينيا: مشهد لقوس القزح على بحيرة بوراجوا.



النعامة في منطقة السفناء.



كينيا: طائر الفلامنجو.



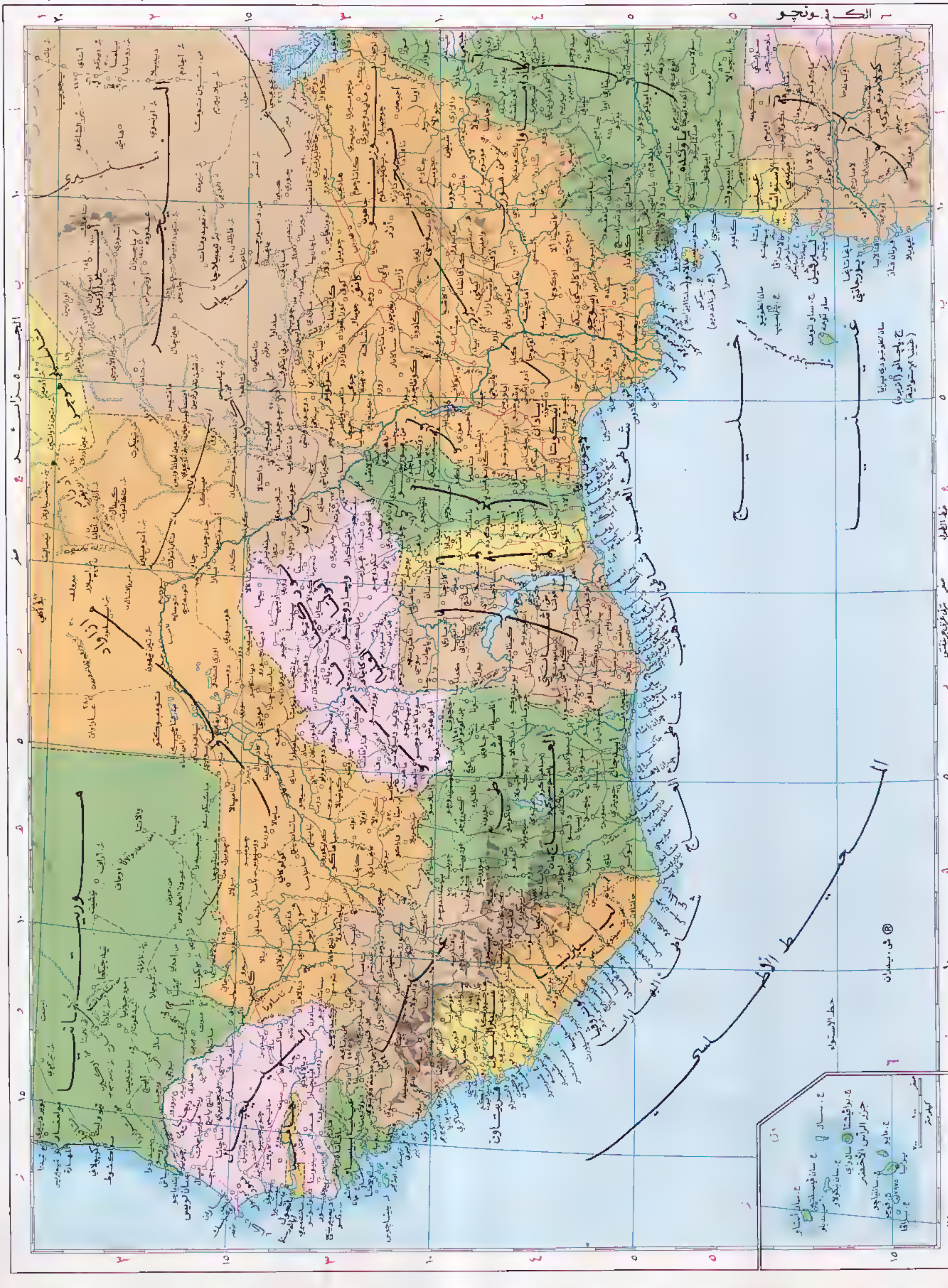
كينيا: شجر الأقاقيا في محمية أمبوسيلنا.



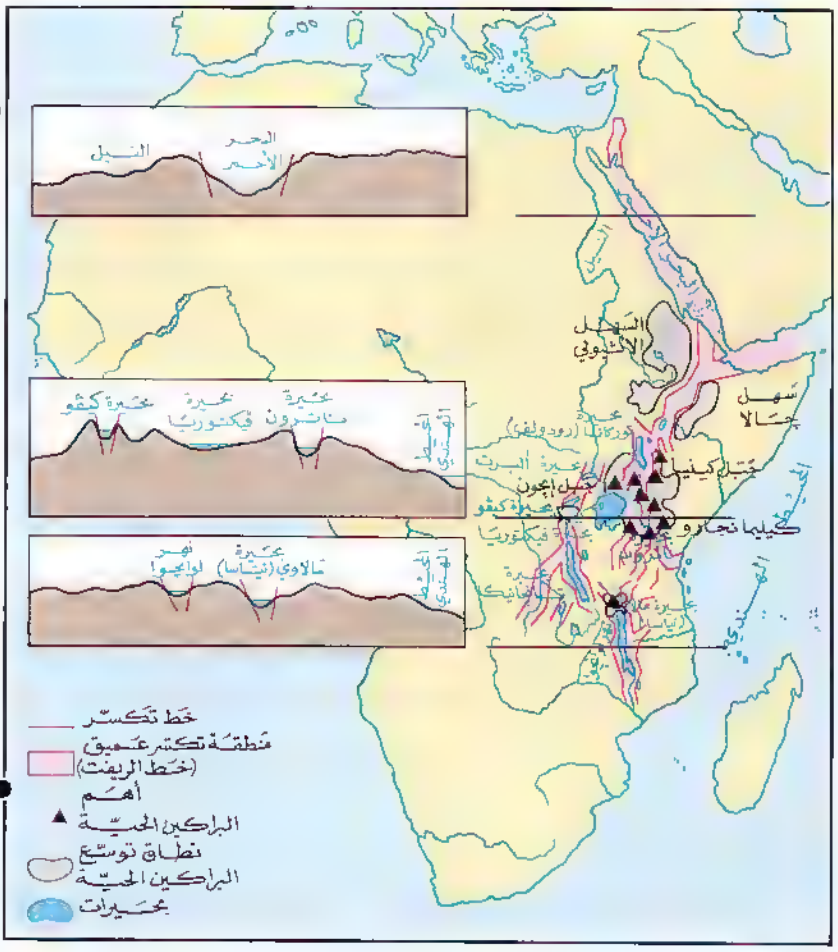
كينيا: مساكن قبائل السامبورو في مارالا.

افريقيا الغينيّة

خريطة رقم ٢٢



طريقة تشقق افريقيا الشرقية





كينيا: ظهور قوس القزح بعد العاصفة.



كينيا: مرتفعات البركان القديم في محمية تسافو.



(إلى اليسار) كيليمانجارو: جبل بركانيّ في شمال شرق تانزانيا على حدود كينيا. يرتفع مخروطه الأوسط المسمّى كيبو ٥٨٩٥م فوق سطح البحر، وهو أعلى نقطة في أفريقيا. ويبعد كيليمانجارو حوالى ١٦٠ كم إلى الشرق من وادي صدع شرق أفريقيا، وحوالى ٢٢٥ كم إلى الجنوب من نيروبي. يتألّف من ثلاث قمم عبارة عن براكين خامدة رئيسيّة هي: كيبو وماوِنزي وشيرا. كيبو هو الأحدث تكويناً والأعلى بين الثلاثة، ويتّخذ شكلاً مخروطيّاً نموذجيّاً وله فوهة نموذجيّة أيضاً، ويرتبط بتكوين جبليّ يشبه السّرج طوله ١١ كم ومعدل ارتفاعه ٤٦٠٠ م يصله بماوِنزي الذي يرتفع ٥١٥٠ م فوق سطح البحر، وهو وسط جبليّ لقمّة قديمة. أما قمة شيرا التي ترتفع ٣٨٠٠ م عن سطح البحر فهي ما تبقّى من فوهة بركانيّة أقدم من كيبو وماوِنزي. وتحت التكوين الشّبيه بالسّرج، ينحدر جبل كيليمانجارو في انحناءة بركانيّة مثاليّة إلى السهول الواقعة تحته، والّتي ترتفع عن سطح البحر ٩٠٠ م.

وعلى الرّغم من أنّ كيبو يبدو كقبّة مغطّاة بالثّلوج، فهو يحتوي على فوهة، أو كالديرا Caldera، على جانبه الجنوبيّ، عرضها ٢ كم وعمقها ٣٠٠م. وفي داخل الفوهة، مخروط داخليّ يدلّ على نشاط بركانيّ سابق. ومقارنةً مع مخروط كيبو المتناسق، نجد مخروط ماوِنزي متآكلاً ومتشقّقاً ومنحدراً بشكل كبير، وتخترقه مضائق من الشّرق والغرب. وينتشر الجليد بتقطّع على أطواف كيبو وينتهي على ارتفاع ٤٢٧٠ م على سفوحه الجنوبيّة الغربيّة، بينما يختفي تماماً بعد مسافة قليلة من القمّة على الجانب الشماليّ. ولا يوجد جليد دائم على ماوِنزي بل مجرّد قطع ثلجيّة متفرّقة.

ولكيليمانجارو مناطق نباتيّة متتالية هي، بدءاً من القاعدة، منطقة الشجيرات التي تعدّ تتمّة للهضبة المجاورة شبه القاحلة، السفوح الجنوبيّة المزروعة حسنة الريّ، الغابة الغيميّة[1] الكثيفة، المستنقعات المكشوفة، الصحراء الألبيّة والتجمّعات الطحلبيّة والأشنيّة[2].

يهطل على السفوح العليا لكيليمانجارو ١٧٨٠ مم من المطر كلّ سنة؛ وتغذّي المجاري المائيّة الواقعة على السفوح الجنوبيّة والشرقيّة، نهرَيْ پانچاني وتسافو وبحيرةَ جايپ وتلك الواقعة على السفوح الشماليّة وبحيرة أمبوسيلي ونهر تسافو. وتمتدّ جبال پاري إلى الجنوب الشرقيّ من كيليمانجارو.

وتُعدّ المنطقة الّتي يقع فيها كيليمانجارو إحدى أبرز مناطق تانزانيا المنتجة للبن والشعير والقمح والسكر والسيزال[3] والذّرة والحبوب والموز والسّنط (أقاقيا) والقطن والپايرثروم[4] والبطاطا. وتقطن المنطقة قبائل الشّاچا والپاري والكاهي والمبوچو.

وصل الأوروبيون إلى كيليمانجارو في العام ١٨٤٨ مع وصول المبشّرين الألمانيّين يوهانّس ربمان ولودڤيچ كرايف، ولم يصدّق أحد في البداية أقوالهما عن وجود قمّة مكسوّة بالثّلج على خطّ العرض ٣ْ جنوب خطّ الاستواء. وكان أوّل الواصلين إلى قمّة كيبو، الجغرافيّ الألمانيّ هانس ماير والمتسلّق النمساويّ لودڤيچ پورتسشيلر، وذلك في العام ١٨٨٩. وأوّل الواصلين إلى قمة ماوِنزي الجغرافيّ الألمانيّ فريتز كلوت، وذلك في العام ١٩١٢. وتعدّ بلدة موشي الواقعة عند السفح الجنوبيّ، أبرزَ مراكز التجارة في المنطقة ونقطة انطلاق المتسلّقين.

(١) الغابة الغيميّة: غابة استوائيّة على سفح جبل تغطّيها الغيوم حتى في فصول الجفاف.

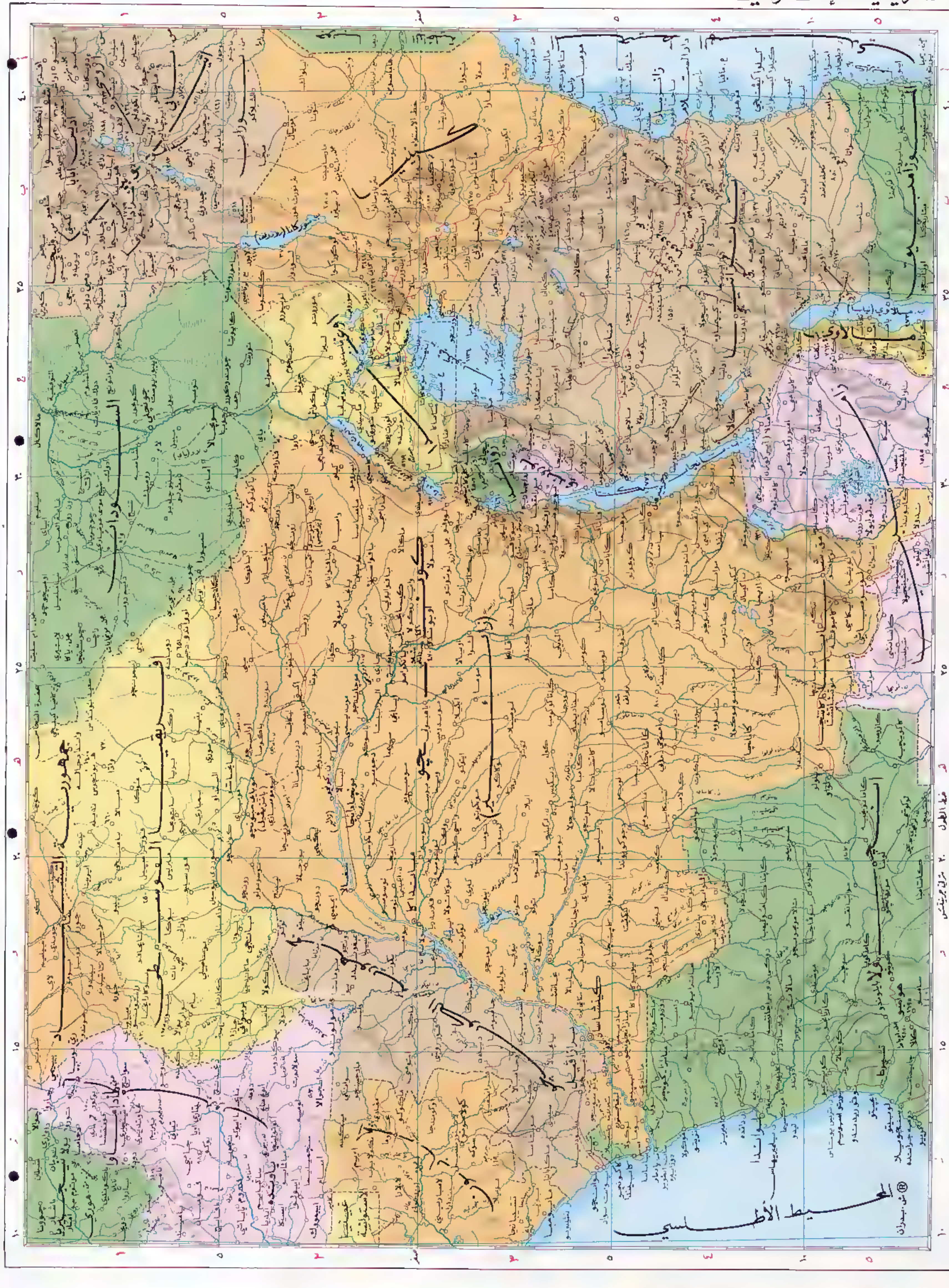
(٢) الأشنيّة: نباتات شبيهة بالطحالب.

(٣) السيزال: نبات ليفيّ يستخدم في صناعة الحبال.

(٤) الپايرثروم: نبات شبيه بالبابونج.



زيمبابويه: **شلالات ڤيكتوريا** .


المحيط الأطلسي



تكوين غريب لشجرة في غابات أفريقيا.



انجولا: مرتفعات بجانب مدينة لوبيت.



غانا: طحن الحبوب في قرية فيهيني.



غانا: الرقصات القبلية قرب مدينة وا.



غانا: معمل البيرة.



في الطريق الى المنزل.



تحضير الحبوب.



زيمبابويه: تحضير الغذاء في مزرعة قرب ماسفينجو.



زيمبابويه: ميدان السباق في مدينة هرار.



زيمبابويه: تكوين الصخور في محمية زيمبابويه.



تانزانيا: وحيد القرن في منطقة نجورونجورا.



الكثبان في الصحراء الكبرى.



زيمبابويه: شلالات ڤيكتوريا.



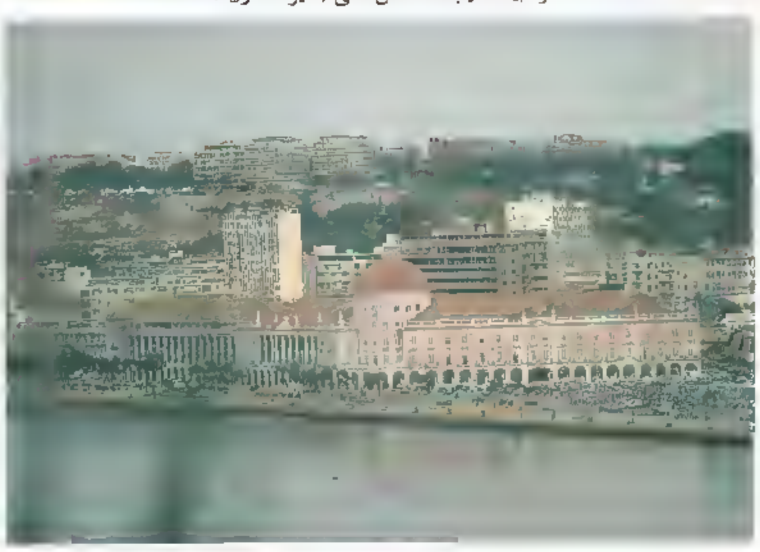
كينيا: نساء من قبيلة الماساي.



زامبيا: مغيب الشمس على بحيرة كاريبا.



جنوب افريقيا



انجولا: البنك الوطني في مدينة انجولا.

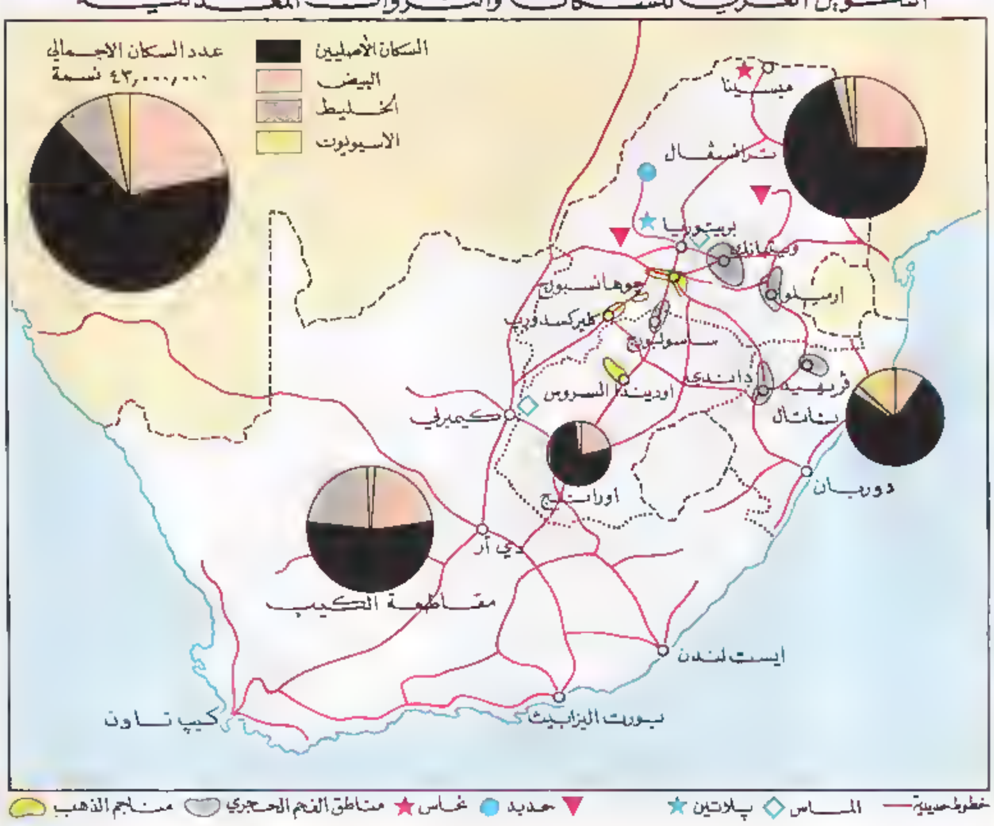


جنوب افريقيا: الطرق الجبلية.

جمهورية الكونجو الديمقراطية: المعادن وخطوط المواصلات



اتحاد جنوب إفريقيا
التكوين العرقي للسكان والثروات المعدنية

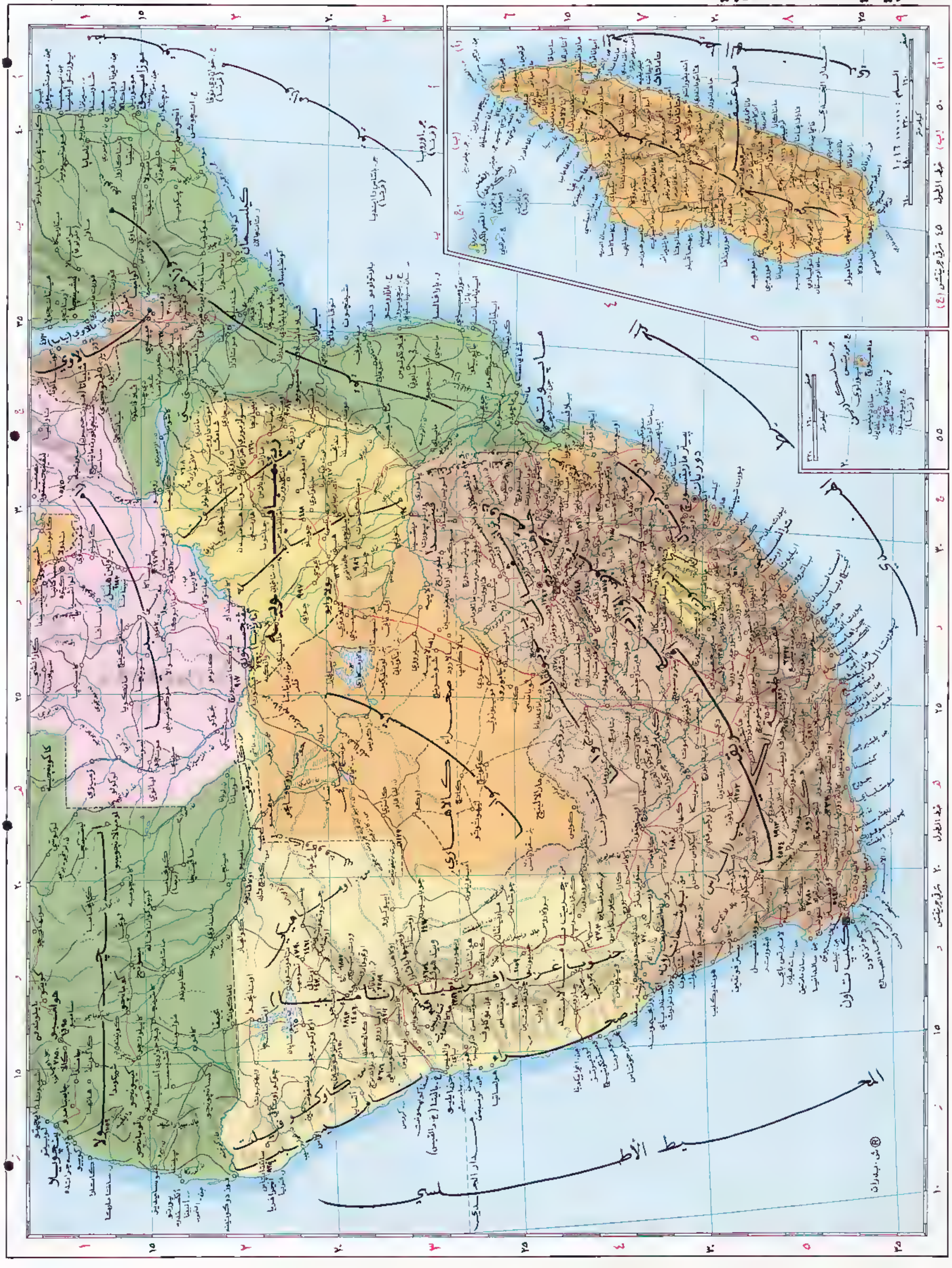



النيجر: سوق الجمال.


مالي: أكواخ القش.


مالاوي: صياد الأسماك.


توجو: حاملة الأواني المطبخية في توازن دقيق.





زيمبابويه: سدّ مائي لانتاج الكهرباء.



زيمبابويه: مشهد لأراضٍ بجانب نهر الزمبيزي.



زيمبابويه: جبال شيمانيماني.



زيمبابويه: الحائط الصخري الكبير في محمية زيمبابويه الكبرى.



زيمبابويه: مجمّع خليج كاريبا.



زيمبابويه: الوادي الخصب.

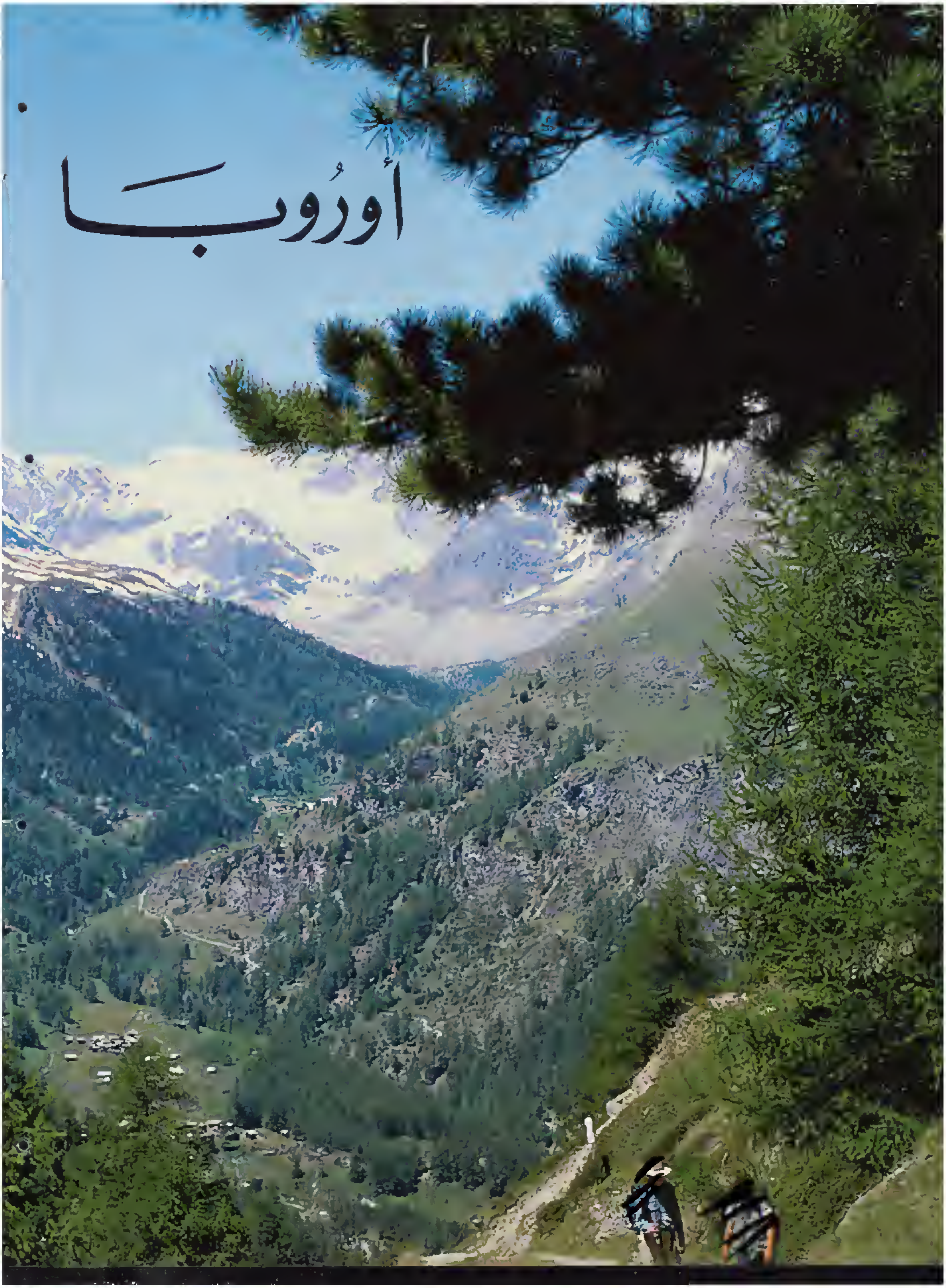


زيمبابويه: مشهد لمزارع الشاي بعد الحصاد.



زيمبابويه: بعض التكاوين الصخرية.

أوروبا





سويسرا: قمّة سيرڤان (ماترهورن) (٤٤٧٨م) في جبال ألپ پينين



أوروبا

أوروبا هي، اصطلاحاً، إحدى قارات العالم السبع. وبالرغم
الجزء الغربي من كتلة الأرض الأوراسية التي تفصل بشكل
عموماً جبال الأورال ونهر الأورال وجزءاً من بحر قزوين وجبال
وآسيا. وقد يكون اسم أوروبا مشتقاً من اسم ابنة فينيكس في ا
فينيقية تعني الغروب.

أوروبا هي ثاني أصغر قارة في العالم (أستراليا هي أصغرها)
السكان. يشكل رأس نورد كين في النرويج أقصى نقطة إلى الش
طريفا في جنوب إسبانيا، قرب جبل طارق، أقصى نقطة إلى الج
من رأس روكا في البرتغال إلى منحدرات جبال الأورال الش

لطالما كانت أوروبا مركزاً ثقافياً واقتصادياً كبيراً. فقد حقق ال
الشأن إسهاماتهما في مجال الفلسفة والأدب والفنون الج
بدأ في القرن الرابع عشر، عصر الإنجازات العظيمة بالنسـ
الاستكشافات، الذي بدأ في القرن الخامس عشر، رحلات طو
أقاصي العالم. وبنت الدول الأوروبية، لا سيما إسبانيا والبرتغ
استعمارية كبرى شملت ممتلكات شاسعة في أفريقيا والأمير
حديثاً من الصناعات تظهر في أوروبا. وفي القرن العشرين تح
نتيجة الحربين العالميتين. بعد نهاية الحرب العالمية الثانية في العام
واقتصاديتين كبيرتين - الدول الشيوعية في أوروبا الشرقية والدو
العامين ١٩٨٩ و١٩٩١، تفككت الكتلة الشرقية، واستعادت ال
بلدان أوروبا الشرقية، وتوحدت الألمانيتان الشرقية والغربية
وانقطعت الصلات العسكرية والاقتصادية المعقدة الأطراف بين
السوفياتي (الاتحاد السوفياتي)، ولم يعد من وجود للاتحاد الس

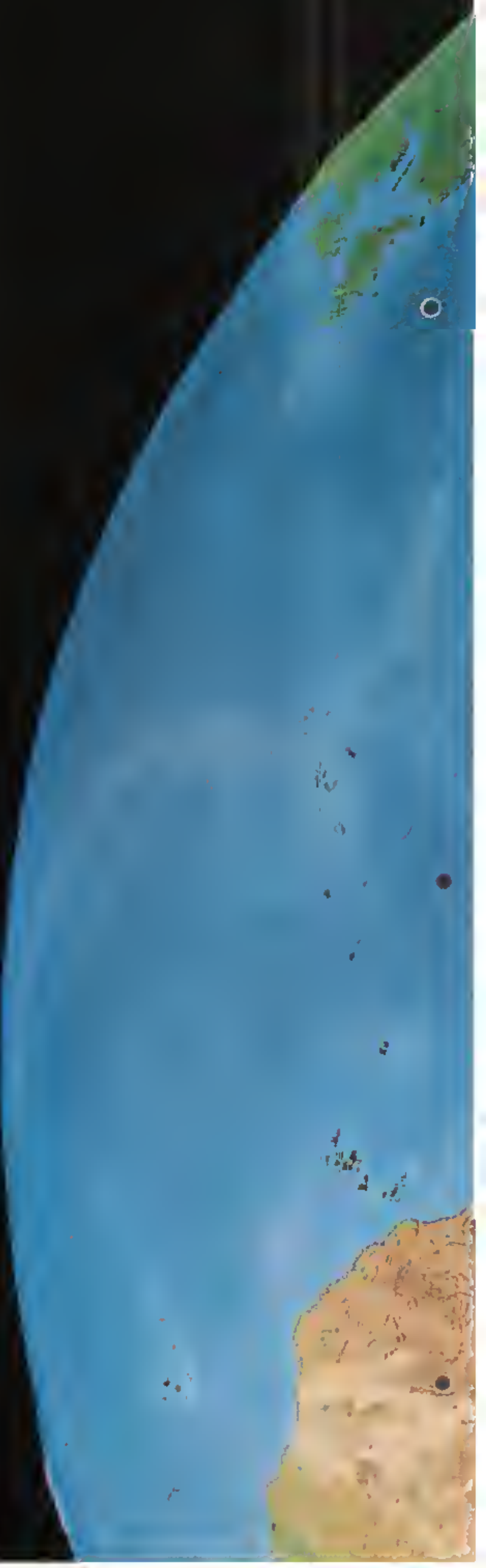
البنية الطبيعية

أوروبا كتلة شديدة التعرج، تتكون من عدد من أشباه الجزر الك
والإيبيرية، إضافة إلى أشباه جزر أصغر حجماً، مثل شبه جزيرة
عدداً كبيراً من الجزر، أبرزها إيسلندا والجزر البريطانية وسردينيا
تشاطئ المحيط المتجمد الشمالي وتطل على بحر الشمال وبحر البلط
الشرق، على البحر الأسود والبحر المتوسط في الجنوب، وعلى
القارة هي قمة إلبروس (٥٦٤٢ م) في جبال القوقاز في جنوب غ
الساحل الشمالي لبحر قزوين، وتقع على حوالى ٢٨ متراً تحت

المناطق الفيزيوغرافية

تشمل قاعدة أوروبا الجيولوجية من الشمال إلى الجنوب كتلة
عريضة من المواد الرسوبية الشبيهة نسبياً، ومنطقة من القمم ال
والشمال الغربي، ومنطقة من الشمال الشرقي (تكوين الجب
الجنوب في حلق المناطق الفيزيوغرافية الكبرى التي تؤلف ال

يتبع الدرع الصلب الإسكندينافي، الذي تكون في العص
الأحرق من شبه الجزيرة الإسكندينافية. يمثل هذا الدرع الجا
والمعدنية المرتفعة في قلبها. حفرت الطبقات الجليدية القيعان
المنخفضة المتتالية. لأن الهيكل جزء من القشرة الأرضية بالب
(من ٥٠٠ مليون إلى ٣٦٥ مليون سنة خلت)، إلى ارتفاع



صورة: الكرة الأرضية من الفضاء الخارجي

وتسبّبت عوامل التآكل والتجوية، في ما بعد، بحتّ هذه الجبال وصقلها في الجزر البريطانيّة، لكنّ قمم النروج لا تزال ترتفع إلى ٢٤٧٢ متراً.

تمتدّ المنطقة الجيولوجيّة الكبيرة الثانية (المؤلّفة من حزام من المواد الرسوبيّة) على شكل قوس من جنوب غرب فرنسا باتجاه الشمال والشرق عبر هولندا وألمانيا وبولونيا إلى داخل الجزء الغربيّ من روسيا. وتشمل هذه المنطقة أيضاً جزءاً من جنوب شرق إنجلترا. تعلو هذه الصخور الرسوبيّة طبقة من الحتات الذي حملته المجلّدات، وتنحرف هذه الصخور في بعض الأماكن لتكوين أحواض، مثل حوض لندن وحوض باريس، إلّا أنّها مستوية بشكل كافٍ عموماً لتشكيل السهل الأوروبيّ الكبير. يضمّ هذا السهل بعضاً من أفضل الأتربة في أوروبا، لا سيّما على طول طرفه الجنوبيّ، حيث رسّبت الريح مادّة تُعرف بالراسب الطُّفاليّ. ويبلغ السهل أقصى عرض له في الشرق.

إلى جنوب السهل الأوروبي الكبير، يمتدّ عبر أوروبا شريط من البنى الجيولوجيّة المتباينة، يشكّل أكثر التضاريس تعقيداً في القارّة – مرتفعات أوروبا الوسطى. في جميع أنحاء هذه المنطقة، تفاعلت قوى الطيّ (سلسلة جبال الجورا) والتصدّع (جبال الفوج وجبال الغابة السوداء) والنشاط البركانيّ (الماسيف سنترال، أو المرتفعات الوسطى، في فرنسا) والقوى الرافعة (الميسيتا سنترال، أو الهضبة الوسطى، في إسبانيا) لتكوين جبال وهضاب ووديان متناوبة الإنتظام.

إنّ المنطقة الفيزيوغرافيّة الأوروبيّة الواقعة إلى أقصى الجنوب هي أحدث المناطق تكوّناً. في أواسط الدهر الثلثيّ، منذ حوالى ٤٠ مليون سنة، اصطدمت الصفيحة الأفريقيّة العربيّة بالصفيحة الأوراسيّة، وأطلقت بذلك عمليّة تكوّن جبال الألب. تقوم القوى الضاغطة الناتجة عن الإصطدام بدفع الطبقات الرسوبيّة السميكة المتشكّلة في الدهر الوسيط إلى الأعلى، مكوِّنةً بذلك سلاسل جبليّة مثل البيرينيه والألب والأبنين والكارپات والقوقاز، التي تشكّل أعلى جبال في أوروبا وأكثرها تحدّراً. ويشير وقوع الزلازل بشكل متكرّر إلى حدوث تغيّرات مستمرّة في المنطقة.

الثروة المائية

أدّت طبيعة القارّة الأوروبيّة الشبجزيريّة إلى خلق نمط صرف شعاعيّ بشكل عام، يجري فيه معظم المجاري المائيّة إلى الخارج انطلاقاً من قلب القارّة، وغالباً من ينابيع قريبة من بعضها البعض. يجري نهر الڤولچا، أطول نهر في أوروبا، نحو الجنوب بشكل أساسيّ ويصبّ في بحر قزوين؛ ويجري نهر الدانوب، ثاني أطول الأنهار الأوروبيّة، من الغرب إلى الشرق قبل أن يصبّ في البحر الأسود. تشمل أنهار أوروبا الوسطى والغربيّة الرون والپو، اللذين يصبّان في البحر المتوسّط، واللوار والسين والرين والإلب، التي تصبّ في المحيط الأطلسيّ أو بحر الشمال. ويجري نهرا الأودير والڤيستول شمالاً إلى بحر البلطيق. يسمح النمط الشعاعيّ للصرف بوصل الأنهار في ما بينها عبر قنوات.

تتواجد البحيرات في المناطق الجبليّة، كما في سويسرا وايطاليا والنمسا، وفي المناطق السهليّة، كما في السويد وبولونيا وفنلندا. إنّ أكبر بحيرة مياه عذبة في أوروبا هي بحيرة لادوچا في شمال غرب روسيا.

المناخ

يقع القسم الأكبر من أوروبا في المناطق الشماليّة البعيدة عن خطّ الإستواء. تعطي البحار الدافئة نسبيّاً التي تحدّ القارّة، مناخاً معتدلاً للقسم الأكبر من أوروبا الوسطى وأوروبا الغربيّة؛ ويتميّز هذا المناخ بشتاء بارد وصيف لطيف. إنّ الرياح الغربيّة السائدة، التي تدفأ إلى حد ما بمرورها فوق تيّار شمال الأطلسيّ المحيطيّ، تحمل معها الأمطار والهواطل الأخرى في القسم الأكبر من السنة. في منطقة المناخ المتوسّطيّ – إسبانيا وإيطاليا واليونان – يكون الصيف عادة حارّاً وجافّاً، وتهطل جميع كميّة المطر تقريباً خلال الشتاء. من وسط بولونيا شرقاً، يخفّ تأثير البحر المعدِّل، فيسود بالتالي مناخ أكثر برودة وجفافاً. ويسود المناخ نفسه في الجزء الشماليّ من القارّة. تتلقى معظم المناطق الأوروبيّة حوالى ٥١٠ إلى ١٥٣٠ مليمتراً من المطر في السنة.

الغطاء النباتيّ

كان القسم الأكبر من أوروبا، ولا سيّما الغرب، مغطّى في الأصل بالغابات، إلّا أنّ سكن الانسان في المنطقة وقطع الأشجار قد أدّيا إلى تغيير طبيعة الغطاء النباتيّ.

وحدها الغابات التي تغطّي الجبال الواقعة إلى أقصى الشمال وأجزاء من شمال روسيا الأوروبيّة الوسطى لم تتأثّر نسبيّاً بنشاط الإنسان. من جهة ثانية، تغطّي الأراضي الحرجيّة، المزروعة أو التي عادت وشغلت الأراضي المقطوعة الأشجار، مساحات شاسعة من أوروبا.

تشكّل أكبر منطقة نباتيّة في أوروبا حزاماً يمتدّ عبر الجزء الأوسط من القارة من المحيط الأطلسي إلى جبال الأورال. ويتألّف هذا الحزام من خليط من الأشجار ذات الأوراق المعبلة والأشجار الصنوبريّة – أشجار سنديان وقيقب ودردار مختلطة مع أشجار صنوبر وتنوب. تتميّز المناطق الساحليّة القطبيّة الشماليّة من أوروبا الشماليّة والمنحدرات العليا من الجبال المرتفعة بغطاء نباتيّ من نوع التندرة، يتكوّن في معظمه من الحزاز والأشنة والجنبات والأزهار البرّيّة. تخلق درجات الحرارة الألطف، ولكن الباردة مع ذلك، التي تسود داخليّة أوروبا الشماليّة، بيئةً مناسبةً لتشكيل غطاء متّصل من الأشجار الصنوبريّة، لا سيّما من أشجار البيسيّة والصنوبر، مع وجود أشجار بتولا وحور رجراج أيضاً. تغطّي المروج، وهي مناطق من الأعشاب الطويلة نسبيّاً، القسم الأكبر من السهل الأوروبيّ الكبير. وتتميّز أوكرانيا بوجود السهوب، وهي منطقة مسطّحة وجافّة نسبيّاً تنمو فيها الأعشاب القصيرة. تُعرف المناطق الواقعة على البحر المتوسّط بثمارها، خصوصاً الزيتون والحمضيّات والتين والمشمش والعنب.

الحياة الحيوانيّة

كانت أوروبا تُؤوي، في ما مضى، أعداداً كبيرة من الحيوانات المنوّعة مثل الأيّل والإلكة والبيسون والخنزير البرّي والذئب والدبّ. ولكن، نظراً إلى أنّ الانسان قد سكن أو نمّى القسم الأكبر من أوروبا، انقرضت أنواع كثيرة من الحيوانات أو انخفض عددها إلى حدّ بعيد. ولا يمكن اليوم إيجاد أعداد كبيرة من الأيائل وحيوانات الألكة والذئاب والدببة البرّيّة، إلّا في شمال اسكنديناڤيا وروسيا وفي شبه جزيرة البلقان. أمّا في الأمكنة الأخرى، فتعيش هذه الحيوانات بشكل رئيسيّ في المحميّات.

يربّي شعب الّسامي في أقصى الشمال قطعان الرنّة الأليفة. وتعيش الشمواة والوعل في المرتفعات العالية من جبال البيرينيه والألب. لا تزال أوروبا موطناً للكثير من الحيوانات الصغيرة مثل ابن عِرْس وابن مِقْرَض والأرنب البرّي والأرنب والقنفذ واللّاموس والثعلب والسنجاب. ويشمل العدد الكبير من الطيور الأوروبيّة البلديّة العقاب والصقر وعصفور الدوريّ والعندليب والبوم والحمام والشرشور والسُّمْنة. يُعتقد أن اللّقلق يجلب الفأل الحسن للمنزل الذي يعشّش فوقه، لا سيّما في هولندا؛ ويزيّن البجع الكثير من الأنهار والبحيرات الأوروبيّة. يُعتبر السلمون الاسكوتلاندي والايرلندي وسلمون الرين من الأسماك اللذيذة المحبوبة في أوروبا. وتعيش في المياه البحريّة الساحليّة مجموعة كبيرة ومنوّعة من الأسماك تشمل القُدّ والإسْقُمري والرّنكة والتونة، وهي جميعها أسماك مهمة تجاريّاً. يحتوي البحر الأسود وبحر قزوين على الحَفْش، مصدر الكاڤيار.

الموارد المعدنيّة

تتمتّع أوروبا بمجموعة كبيرة ومنوّعة من الموارد المعدنيّة. يتواجد الفحم بكميّات

كبيرة في أماكن كثيرة من بريطانيا العظمى، كما تحتوي منطقة الرور الألمانيّة وأوكرانيا على طبقات واسعة من الفحم. إضافة إلى ذلك، نجد تراكمات كبيرة من الفحم في بولونيا وبلجيكا والجمهوريّة التشيكيّة وسلوفاكيا وفرنسا وإسبانيا. تتمثّل المصادر الكبرى لأركزة الحديد في أوروبا، اليوم، في مناجم كيرونا في شمال السويد ومنطقة اللورين في فرنسا وأوكرانيا. تضمّ أوروبا عدداً من المناطق الصغيرة المنتجة للنفط والغاز الطبيعيّ، لكنّ أكبر منطقتين منتجتين لهذه الموادّ هما بحر الشمال (حيث تملك بريطانيا العظمى وهولندا وألمانيا والنروج معظم حقوق الإستثمار) والجمهوريّات السوفياتيّة السابقة، خصوصاً روسيا. ومن التراكمات المعدنيّة الأخرى في أوروبا، نذكر النحاس والرصاص والقصدير والبوكسيت والمنغنيز والنيكل والذهب والفضّة والبوتاس والصلصال والجصّ والدولوميت والملح.

التطوّر الاقتصاديّ

إحتلّت أوروبا لوقت طويل المرتبة الأولى العالميّة من حيث الأنشطة الاقتصاديّة. ونظراً إلى أنّ أوروبا هي مهد العلم الحديث والثورة الصناعيّة، تفوّقت القارّة تكنولوجيّاً على المناطق الأخرى، ما سمح لها بيسط هيمنتها على العالم في القرن التاسع عشر. إنّ الثورة الصناعيّة، التي بدأت في إنجلترا في القرن الثامن عشر، وانتشرت منها إلى سائر أنحاء العالم، قد شكّلت تحوّلاً شمل استعمال آلات معقّدة، وأدّى إلى زيادة الإنتاج الزراعيّ إلى حدّ بعيد، وظهور أشكال جديدة من التنظيم الإقتصاديّ. وقد شكّل إنشاء المنظّمات الدوليّة، مثل الإتّحاد الأوروبيّ والجمعيّة الأوروبيّة للتجارة الحرّة ومنظّمة التعاون والتنمية الإقتصاديّة، القوّة الدافعة للنموّ، منذ أواسط القرن العشرين.

الزراعة

إنّ الزراعة في أوروبا هي عموماً من النوع المختلط، حيث تُنتج مجموعة منوّعة من المحاصيل والمنتجات الحيوانيّة في المنطقة نفسها. يشكّل الجزء الأوروبيّ من الإتّحاد السوفياتيّ السابق إحدى المناطق الكبيرة القليلة التي تطغى فيها الزراعة الأُحاديّة. تمارس البلدان المتوسطيّة نوعاً مميّزاً من الزراعة، يطغى فيه انتاج القمح والزيتون والعنب والحمضيّات. وفي معظم هذه البلدان، تلعب الزراعة دوراً أكبر في الإقتصاد القوميّ مقارنةً بدول الشمال. ويشكّل إنتاج اللبن ومشتقّاته وإنتاج اللّحم نشاطاً أساسيّاً في معظم مناطق أوروبا الغربيّة. إلى الشرق، تصبح المحاصيل الزراعيّة أكثر أهميّة. ففي دول شبه جزيرة البلقان، تشكّل المحاصيل الزراعيّة حوالى ٦٠٪ من الإنتاج الزراعيّ؛ وفي أوكرانيا، يطغى إنتاج القمح على جميع الزراعات الأخرى. تُعرف أوروبا ككلّ بإنتاج كميّات ضخمة من القمح والشعير والشوفان والجاوْدار والذرة والبطاطا والفاصولياء والبسلّة والشمندر السكّريّ. إلى جانب الأبقار المخصّصة لإنتاج اللبن أو اللّحم، يربّي الأوروبيّون أعداداً كبيرة من الخنازير والخراف والماعز والدواجن.

تتمتّع أوروبا في أواخر القرن العشرين بالإكتفاء الذاتيّ في معظم المنتجات الزراعيّة الأساسيّة. وتُستعمل في معظم الأراضي الزراعيّة تقنيّات زراعيّة متقدّمة، بما فيها استخدام الآلات الحديثة والأسمدة الكيميائيّة؛ لكن، في بعض أجزاء أوروبا الجنوبيّة والجنوبيّة الشرقيّة، لا تزال التقنيّات التقليديّة غير الفعّالة نسبيّاً سائدة الإستعمال. خلال القسم الأكبر من فترة حكم الشيوعيّين، ارتكزت الزراعة في دول الكتلة الشرقيّة (باستثناء بولونيا ويوغوسلافيا) وفي الاتحاد السوفياتيّ على مزارع كبيرة تملكها الدولة وأخرى جماعيّة واسعة تسيطر عليها.

الحراجة وصيد الأسماك

تشكّل الغابات الشماليّة، التي تمتدّ من النروج عبر شمال روسيا الأوروبيّة، المصدر الرئيسيّ للمنتجات الحرجيّة في أوروبا. تتمتّع كلّ من السويد والنروج وفنلندا وروسيا بصناعات حرجيّة كبيرة نسبيّاً، تنتج لبّ الخشب وخشباً للبناء ومنتجات أخرى. في أوروبا الجنوبيّة، تنتج إسبانيا والبرتغال مجموعة منوّعة من المنتجات الفلّينيّة من شجر البَهْش (شجر الفلّين). تمارس جميع البلدان الأوروبيّة الساحليّة صيد الأسماك التجاريّ، إلّا أنّ هذه الصناعة تشكّل نشاطاً مهمّاً للغاية في البلدان الشماليّة، لا سيّما النروج والدانمارك. وتُعتبر أيضاً إسبانيا وروسيا وبريطانيا العظمى وبولونيا بلداناً يشكّل فيها صيد الأسماك نشاطاً اقتصاديّاً هامّاً.

التعدين

تأثّر نمط التوزيع السكّانيّ الحاليّ في القسم الأكبر من أوروبا بالأنشطة التعدينيّة التي قامت في الماضي، ولا سيّما تعدين الفحم. وقد اجتذبت مناجم الفحم في مناطق مثل الجزء الأوسط من بريطانيا ومنطقة الرور الألمانيّة وأوكرانيا عدداً كبيراً من المصانع، وساهمت في إرساء أنماط صناعيّة تستمرّ إلى اليوم. يتراجع عدد اليد العاملة في المناجم في أوروبا، ويعود ذلك بنسبة كبيرة إلى المكننة، إلّا أنّ القارّة لا تزال تضمّ عدّة مراكز تعدين هامّة. يشكّل شمال شرق بريطانيا ومنطقة الرور ومنطقة سيليزيا البولونيّة وأوكرانيا مراكز كبيرة منتجة للفحم. يُنتج الحديد الخام بكميّات كبيرة في شمال السويد وشرق فرنسا وأوكرانيا. وتُنتج مجموعة واسعة من الخامات الأخرى، مثل البوكسيت والنحاس والمنغنيز والنيكل والبوتاس، بكميّات كبيرة. يشكّل إنتاج النفط والغاز الطبيعيّ من الآبار البعيدة عن الشاطىء في بحر الشمال، إحدى أحدث وأهمّ الصناعات الإستخراجيّة في أوروبا. ويُستخرج أيضاً النفط والغاز الطبيعيّ منذ وقت طويل وبكميّات كبيرة من المنطقة الجنوبيّة من روسيا الأوروبيّة، لا سيّما من منطقة نهر الفولجا.

الصناعة

منذ الثورة الصناعيّة، أصبحت الصناعة قوّة مسيطرة في تحديد أساليب الحياة في أوروبا. أصبح شمال ووسط انجلترا في وقت مبكر مركزاً للصناعة الحديثة، مثلما جرى في منطقتي الرور وساكسونيا الألمانيّتين، وفي شمال فرنسا، وسيليزيا في بولونيا، وأوكرانيا. ولطالما كانت المنتجات مثل الحديد والفولاذ والمعادن المصنّعة والنسيج والملابس والسفن والمركبات السيّارة وتجهيزات السكك الحديديّة صناعات أوروبيّة هامّة، كما تُنتج أيضاً مجموعة واسعة ومنوّعة من السلع الأخرى. شكّل إنتاج الموادّ الكيميائيّة والتجهيزات الالكترونيّة وغيرها من المنتجات ذات التكنولوجيّة المتقدّمة، أهمّ الصناعات المنميّة في فترة ما بعد الحرب العالميّة الثانية. تتركّز الصناعة بشكل خاصّ في الجزء الأوسط من القارة (منطقة تشمل انجلترا وشرق وجنوب فرنسا وشمال ايطاليا وبلجيكا وهولندا وألمانيا وبولونيا والجمهوريّة التشيكيّة وسلوفاكيا وجنوب النروج وجنوب السويد) وفي روسيا الأوروبيّة وأوكرانيا.

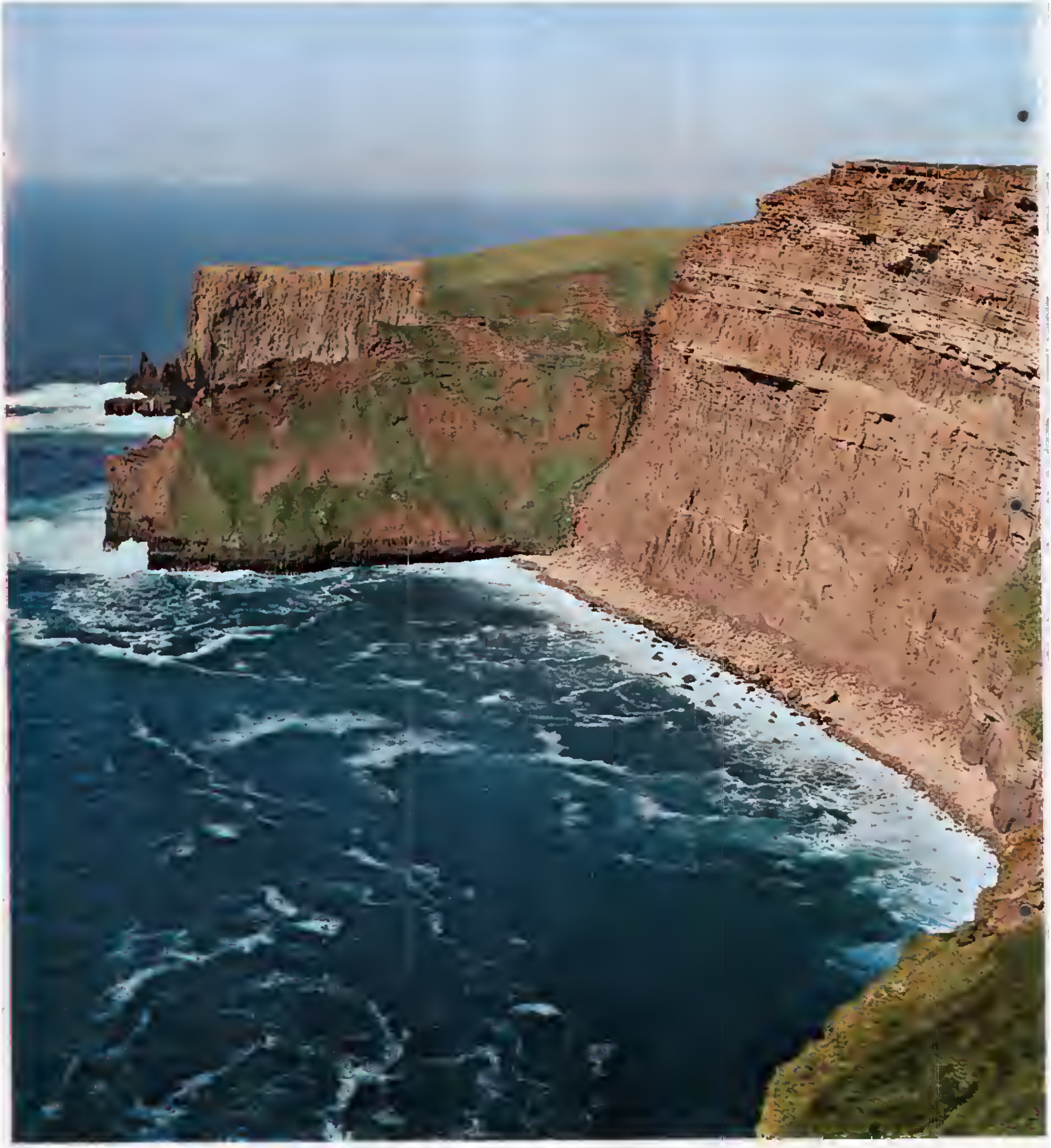
الطاقة

تستهلك أوروبا كميّات كبيرة من الطاقة. ومصادر الطاقة الرئيسيّة في أوروبا هي الفحم (بما في ذلك اللينيت)، والنفط والغاز الطبيعيّ والطاقة النوويّة والطاقة المائيّة. تمتلك كلّ من النروج والسويد وفرنسا وسويسرا والنمسا وايطاليا واسبانيا منشآت كهربيمائيّة كبيرة، تساهم بنسب مرتفعة في إنتاج الكهرباء السنويّ. تشكّل الطاقة النوويّة مصدراً هامّاً للطاقة في فرنسا وبريطانيا العظمى وألمانيا وبلجيكا، وليتوانيا وأوكرانيا وغيرهما من الجمهوريات السوفياتيّة السابقة، والسويد وسويسرا وفنلندا وبلغاريا. وتتميّز جمهوريّة إيرلندا عن غيرها بأنّ الخُثّ هو مصدر مهمّ للطاقة، سواء للإستعمال المنزليّ أم لتوليد الكهرباء.



جبال الألب: تقسم جبال الألب إلى قسم غربيّ في جنوب شرق فرنسا وشمال غرب إيطاليا، وقسم وسطيّ في وسط شمال إيطاليا وجنوب سويسرا، وقسم شرقيّ في أجزاء من ألمانيا والنمسا وسلوفينيا. ويتألّف كلّ قسم من سلاسل عدّة منفصلة. وتنتمي جبال الألب جيولوجياً إلى الجبال الحديثة التكوين العائدة إلى العصر الثلثيّ **Tertiary Period** الذي امتدّ من ٦٥ مليون سنة إلى ١,٦ مليون سنة خلت. معظم مناطق الألب مؤلّف من صخور متبلّرة، لا سيّما منطقة سيرڤان (ماترهورن) الواقعة على ارتفاع ٤٤٧٨ م فوق سطح البحر، والمتميّزة بسفوح تكاد تكون عموديّة وقمم شديدة الارتفاع. وتنتشر في المناطق الطباشيريّة، مثل مناطق الدولوميت في إيطاليا والنمسا، جروف ووديان ضخمة. ويصل ارتفاع القمم في جبال الألب إلى معدّل يراوح بين ١٨٠٠ و٢٤٠٠ م. ويرتفع بعض القمم إلى أكثر من ٣٠٠٠ م، لا سيّما قمم مون بلان، التي ترتفع حوالى ٤٨١٠ م وهي الأعلى. وتأثّرت جبال الألب بالتآكل بواسطة الأنهار الجليديّة، والذي خلق فروقات كبيرة في الارتفاع بين القمم والوديان المجاورة لها. وتعدّ جبال الألب فاصلاً بين المحيط الأطلسي والبحر المتوسط والبحر الأسود، وتنبع منها أنهار أوروبيّة مهمّة عدّة، لا سيّما الرون والرين وروافد نهري الدانوب والپو. ويراوح معدّل هبوط المطر على الجبال سنويّاً بين ٢٠٠٠ مم في السلاسل الخارجيّة و٥٠٠ مم في الجبال الداخليّة. وتكثر الأنهار الجليديّة، الّتي تغطّي مساحة إجماليّة تبلغ ٣٩٠٠ كم^2، على ارتفاعات تجاوز ١٠٠٠ م، وتبلغ مساحة أكبرها ١٣٠ كم^2 وهو نهر أليتش الجليديّ الواقع في جنوب غرب سويسرا.

وتكثر الأشجار النفضيّة، كالزان والبتولا، في السفوح القليلة الارتفاع (١٥٠٠م) والأشجار الصنوبريّة، كالراتنجيّة والصنوبر واللّاركس، في السفوح المتوسّطة الارتفاع (١٨٠٠م) والمروج الألبيّة المؤلّفة من أعشاب وأزهار وشجيرات في السفوح العليا (٢٤٠٠م). أمّا المناطق التي يزيد ارتفاعها عن ٣٠٠٠م، فمؤلّفة من صخور وثلوج دائمة، وتخلو من النباتات. وتنتشر محميات طبيعيّة في جبال الألب للحفاظ على الحيوانات المحليّة كالوعل (تيس الجبل) والشمواة (ظبي الجبل) والمرموط (فأر الجبل) والأرنب الوحشيّ الجبليّ والنسر الذهبيّ. وعند شعب سان جوتار في جنوب سويسرا، افتتح في العام ١٩٨٠ نفق سان جوتار بطول ١٦,٣ كم، وهو أطول نفق في العالم. وأبرز مدن جبال الألب جرينوبل (فرنسا) وإينسبروك (النمسا) وبولزانو (إيطاليا).



الشواطىء الأوروبيّة بعضها رملي – كما هي الحال في شواطىء بحر المانش وبحر الشمال – وبعضها الآخر صخريّ.
في الصورة منظر لشاطىء إيرلندا الجنوبيّة (القسم الغربيّ منه)
حيث تظهر صخور «موهير» البالغ ارتفاعها أكثر من ٢٠٠ م وعلى امتداد يزيد على ثمانية كيلومترات.

أوروبــا الطبيعيّة

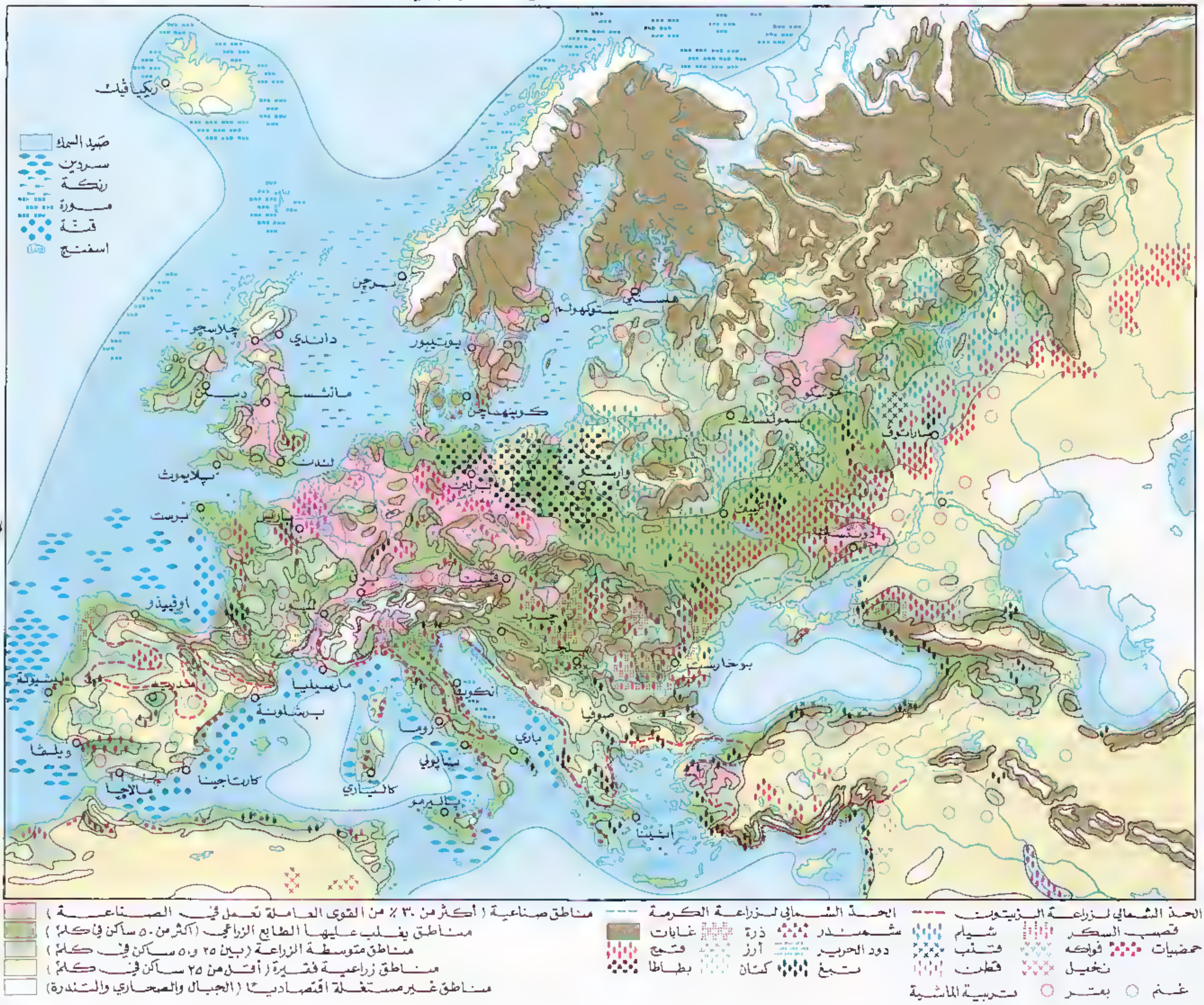


خريطة رقم ٢٥



المحيط الأطلسي
الجزر البريطانية
بحر الشمال
بحر النرويج
إيسلندا
الدائرة القطبية
بحر المانش
جبال الألب
سهل البو
البحر الليجوري
كورسيكا
جزر الباليار
البحر الأيوني
الجزائر
المغرب
أفريقيا
جبال الأطلس التلي
جبال الأطلس الصحراوي
جبال الأطلس الكبير
جبال الأطلس الصغير
جبال الأطلس المتوسط
السهل الألماني الكبير
بروسيا
بوميرانيا
بولونيا
بوهيميا
مورافيا
فيينا
بودابست
الكاربات الغربية
أدنبرة
كوبنهاجن
أوسلو
ستوكهولم
® ش. بدران
خط الطول شرقي
صفر جرينتش
المقياس : ١ : ١٤ ٠٠٠ ٠٠٠
كيلومتر

أوروبا: استثمار الأراضي وتربية الماشية وصيد الأسماك





هولندا: مشهد للسفن على نهر وال.



هولندا: قطيع بقر يرعى في الحقل.

أوروبـــا : المعـــادن والتـــوزيع الصـــناعي







هولندا: الطواحين الهوائية في مدينة جودا.

إيطاليا: بحيرة جاردا الواقعة على أقدام جبال الألب حيث الزراعات السهلية، وفي الوقت نفسه المنطقة الصناعية الأولى.

أوروبا السّياسيّة



خريطة رقم ٢٦



المحيط الأطلسي
بحر الشمال
البحر التيراني
البحر الأيوني
ايسلاندا
الدنمارك
المغرب
الجزائر
لندن
برشلونة
بودابست
© ش. بدران
خط الطول شرقي
غرب غرينتش


البحر الليجوري
خليج جنوى
كورسيكا
سردينيا
صقلية
البحر التيرّاني
البحر الأدرياتي
البحر الأيوني
البحر المتوسط
خليج تارانتو
جبال الألب
جبال الأپنين
سهل البو
إفريقية
تونس
كرواتيا
البندقية
خليج البندقية
تريستة
روما
نابولي
فلورنسا
جنوى
ميلانو
باليرمو
مالطا
خليج حمامة
سوسة
® ش. بدران

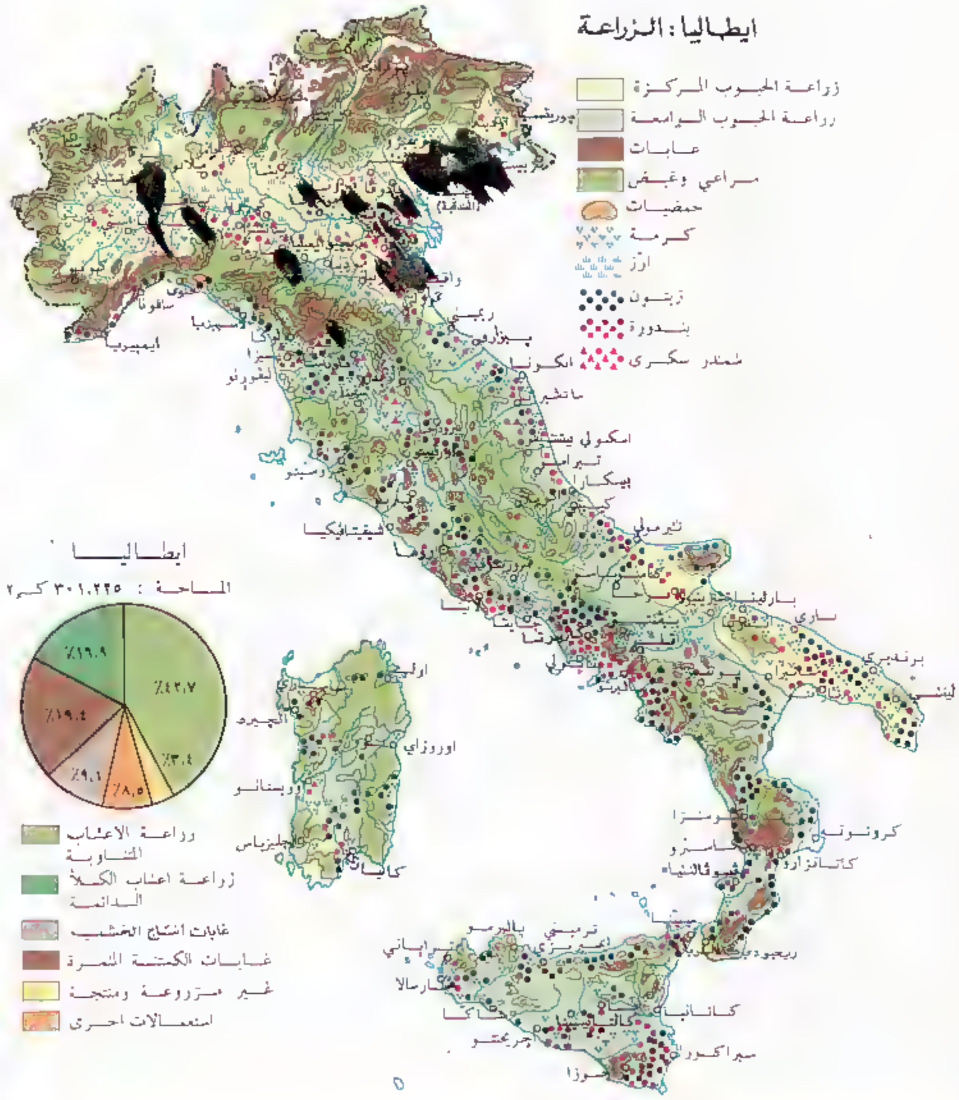
إيطاليا السّياسيّة

خريطة رقم ٢٨





ايطاليا: آثار الكولوسيوم في روما.





ايطاليا: الدرج اللولبي داخل متحف الفاتيكان.



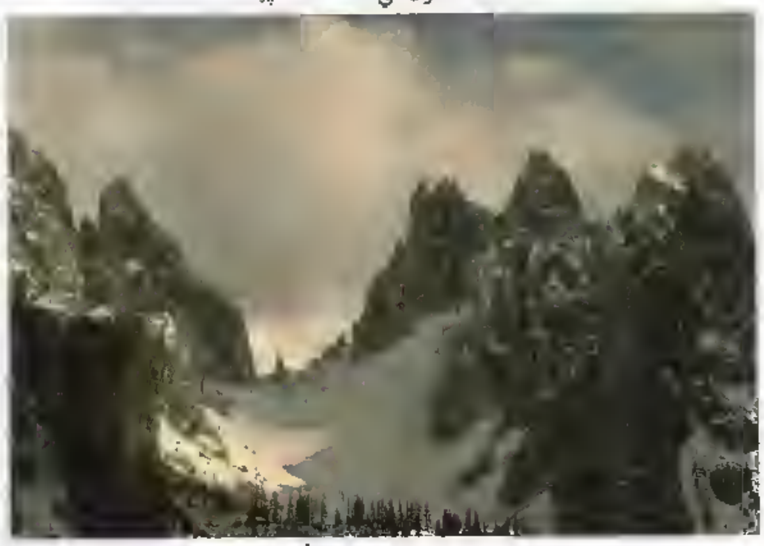
تتمركز القرى في إيطاليا الوسطى، لأسباب دفاعيّة واقتصاديّة، على أعالي التلال تاركة السهول للزراعة. هذه الظاهرة تتكرّر في دول حوض البحر المتوسط كلّها حيث تمّ بناء القرى في أكثر المناطق وعورة، بينما بقيت المناطق السهليّة شبه خالية. في الصورة قرية على هضاب «لازيالي» قرب مدينة روما.



فلاحة الحقول في المنطقة الألبية.



المراعي الخضراء في المنطقة الألبية.



ايطاليا: قمة دولوميت الألبية.



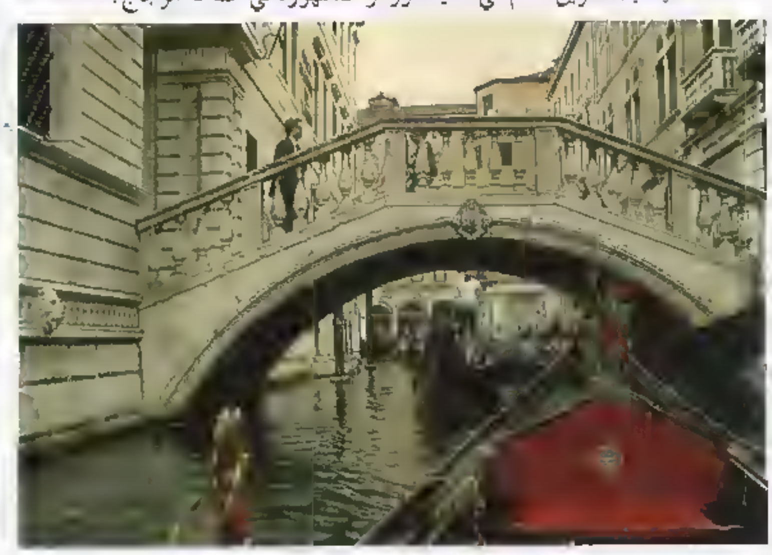
الجزيرة الخضراء.



ايطاليا: الطريق العام في مدينة مورانو المشهورة في صناعة الزجاج.



ايطاليا: خليج سان ريمو في ريفييرا.

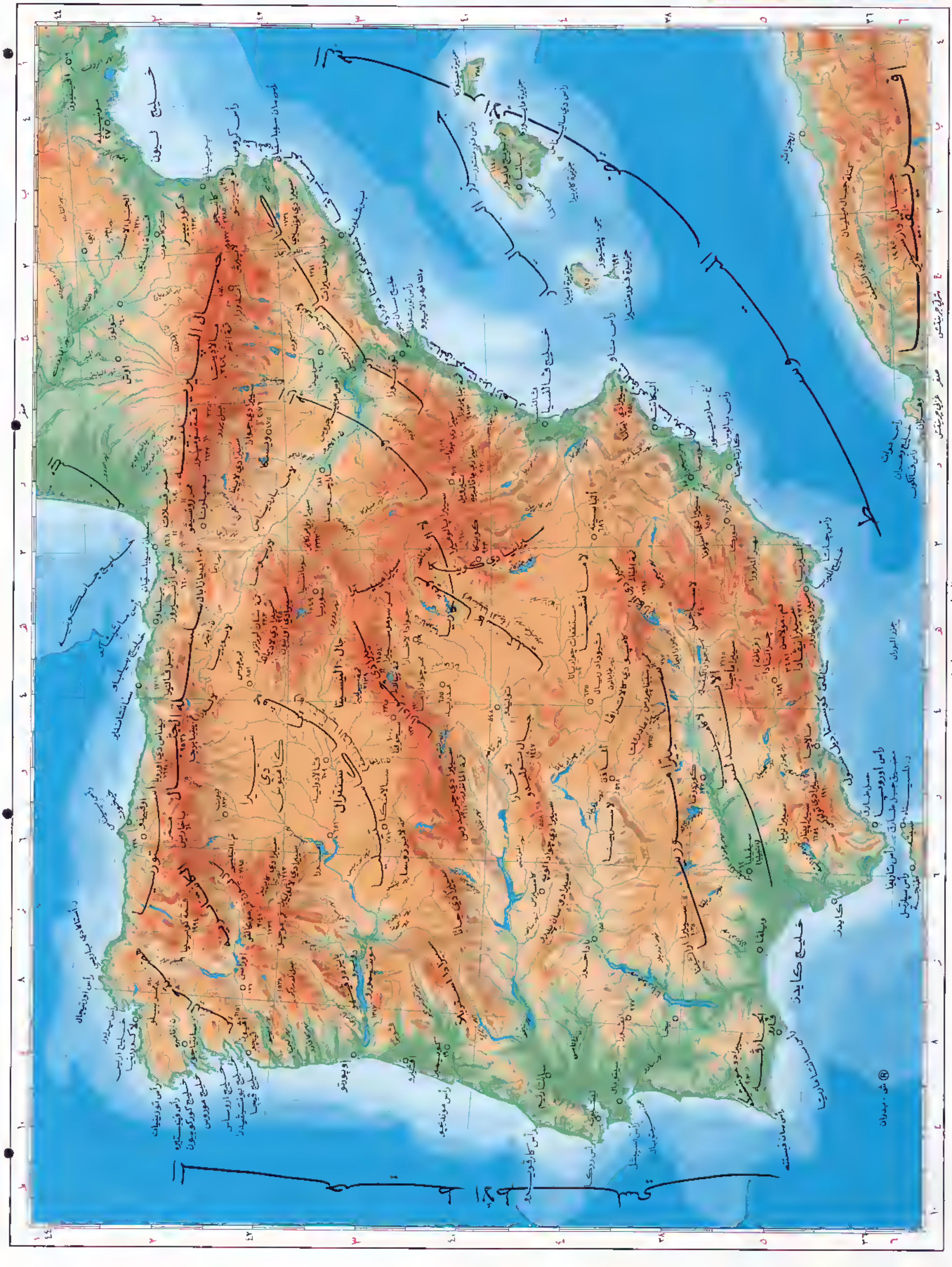


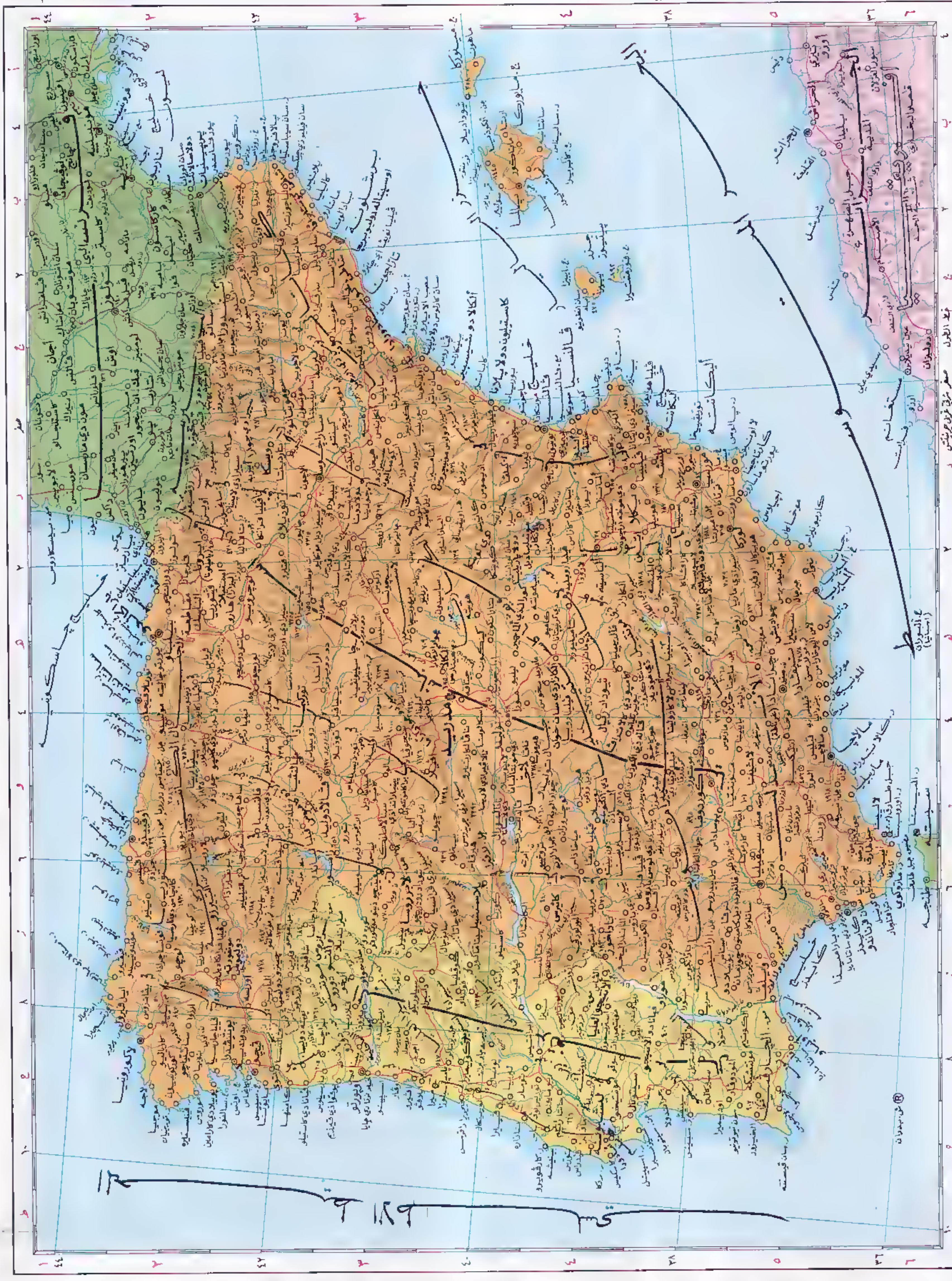
ايطاليا: مراكب الجوندول في قناة ڤينيسيا.



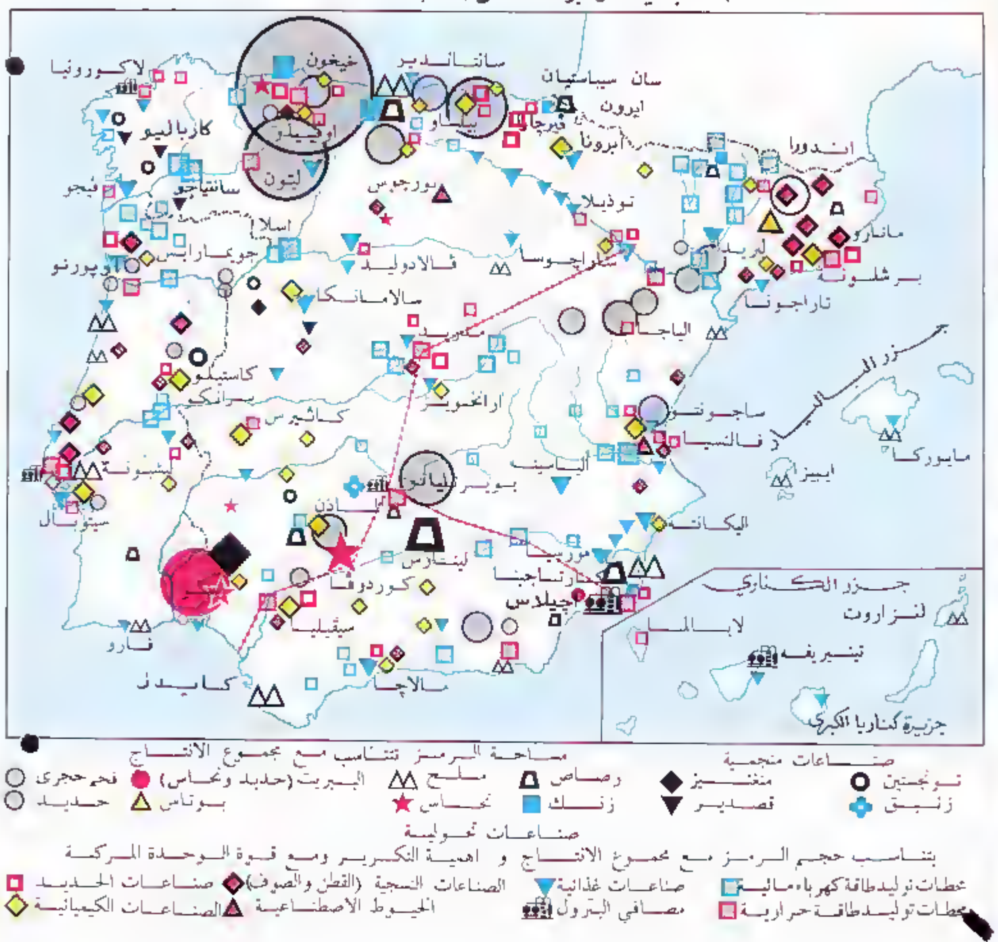
ايطاليا: الريّ في مدينة مورانو.

شبه جزيرة إيبيريا الطبيعية



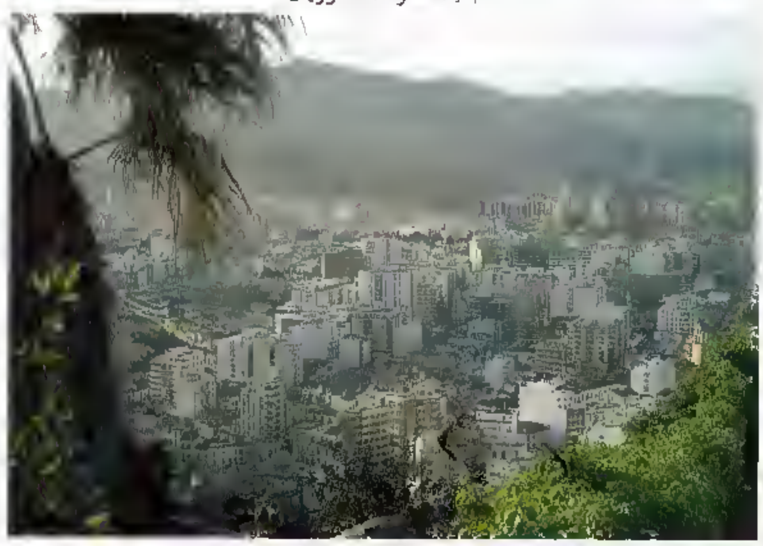


اسبانيا والبرتغال : الصناعة



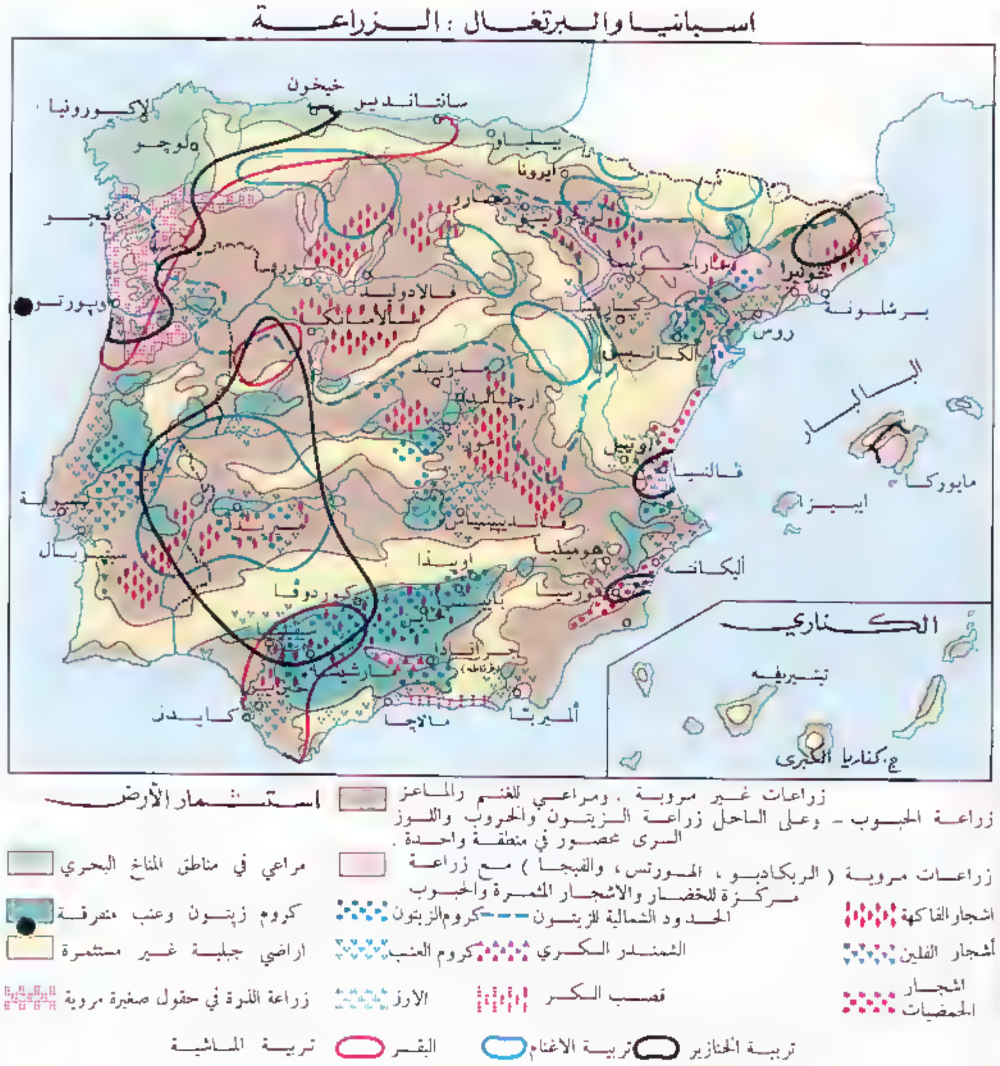


اسبانيا: قصر الاسكوريال.



اسبانيا: مشهد للمدينة من قصر مالاجا.

اسبانيا والبرتغال : الزراعة





اسبانيا: مزرعة في مدينة لوجار.



اسبانيا: مشهد لجبال البيرينيه من مدينة أينسا.



اسبانيا: متنزه ريتيرو في مدريد.



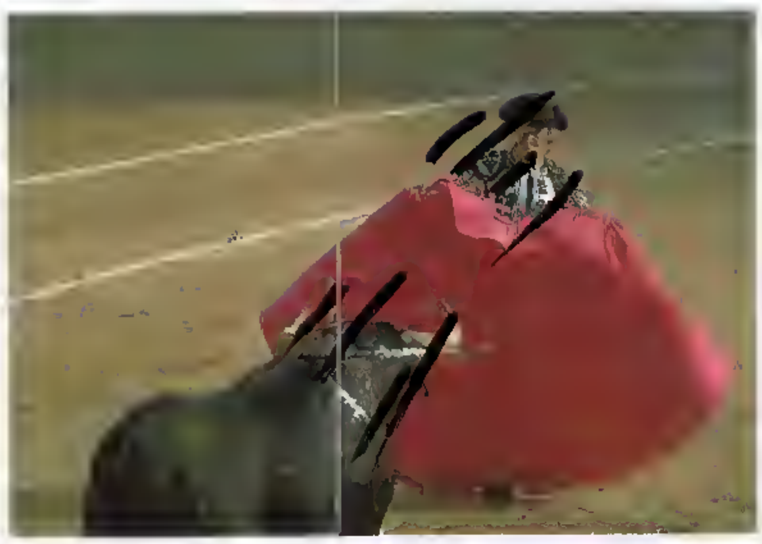
اسبانيا: مشهد داخلي للجامع في مدينة كوردوفا.



اسبانيا: مشهد لمدينة ألكازار.



اسبانيا: مشهد لمدينة سڤيل.



اسبانيا: مشهد لمصارعة الثيران.



اسبانيا: قصر اسبانا.



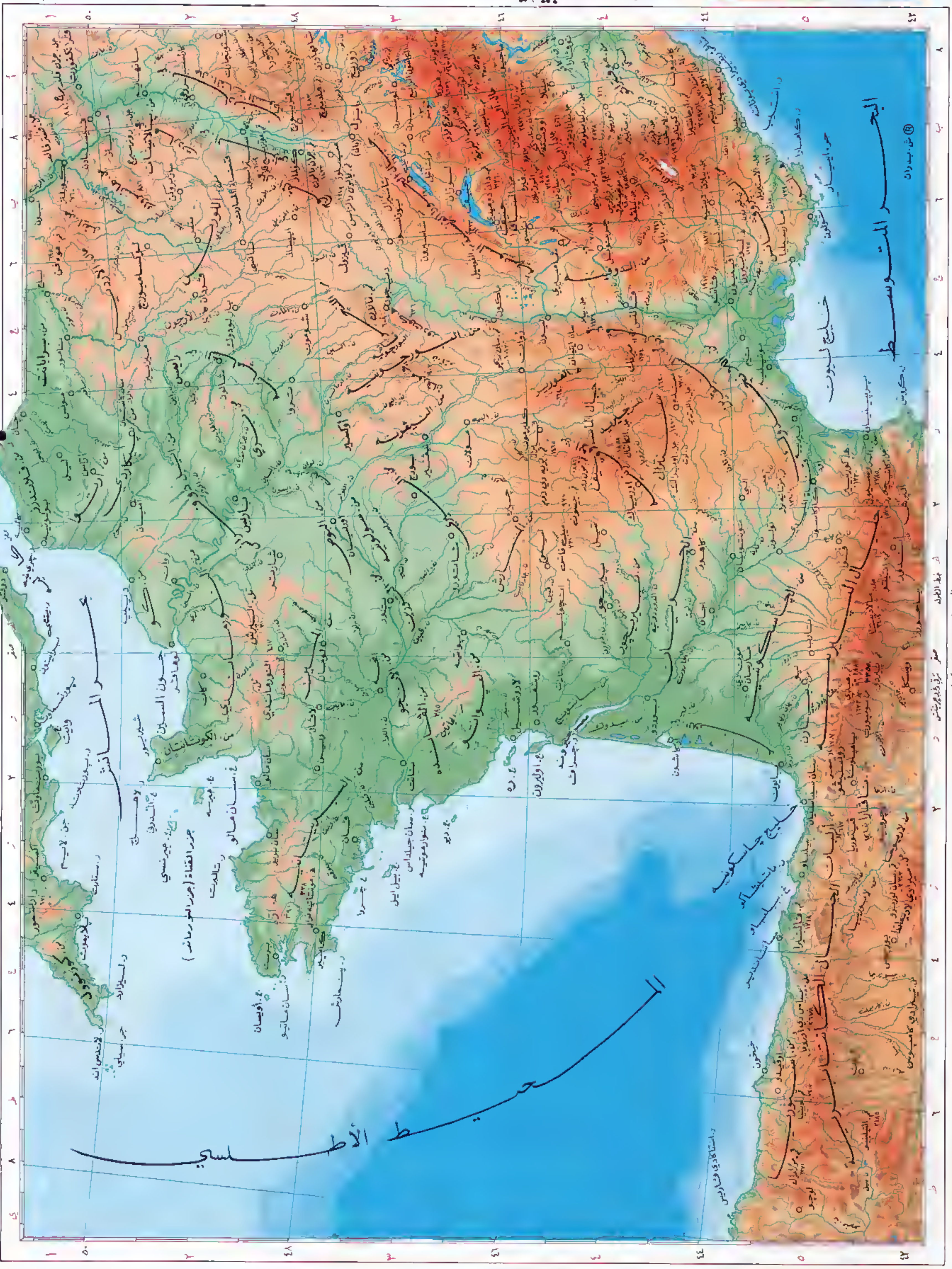
اسبانيا: حديقة القصر الحمراء في جرانادا.



اسبانيا: منزل تقليدي في مدينة موراريا.

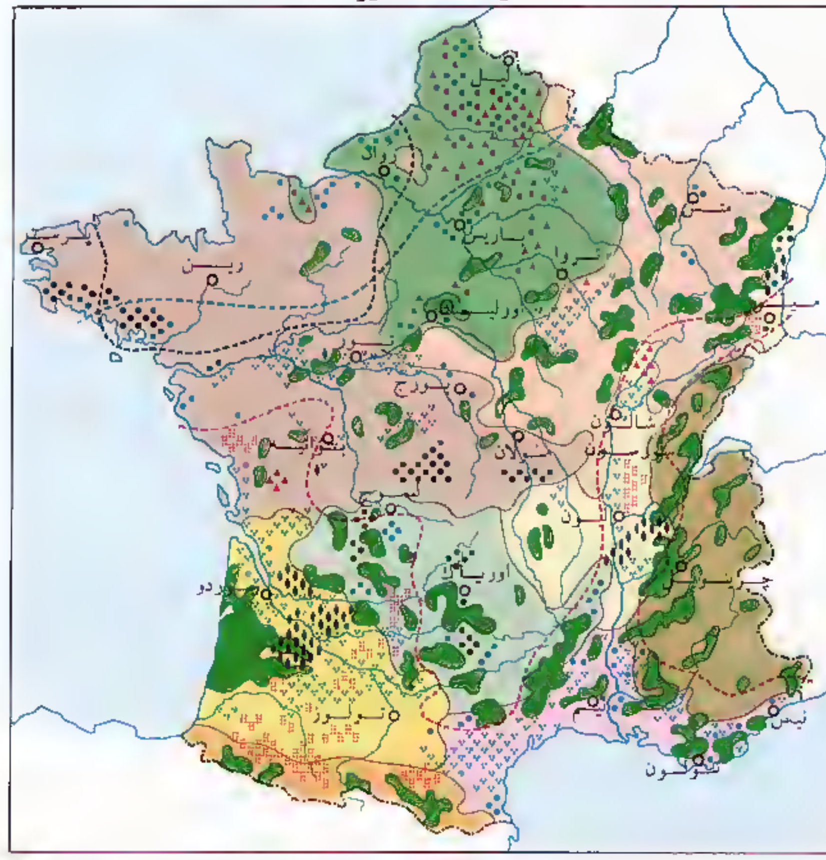
فرنسا الطبيعية

خريطة رقم ٣١



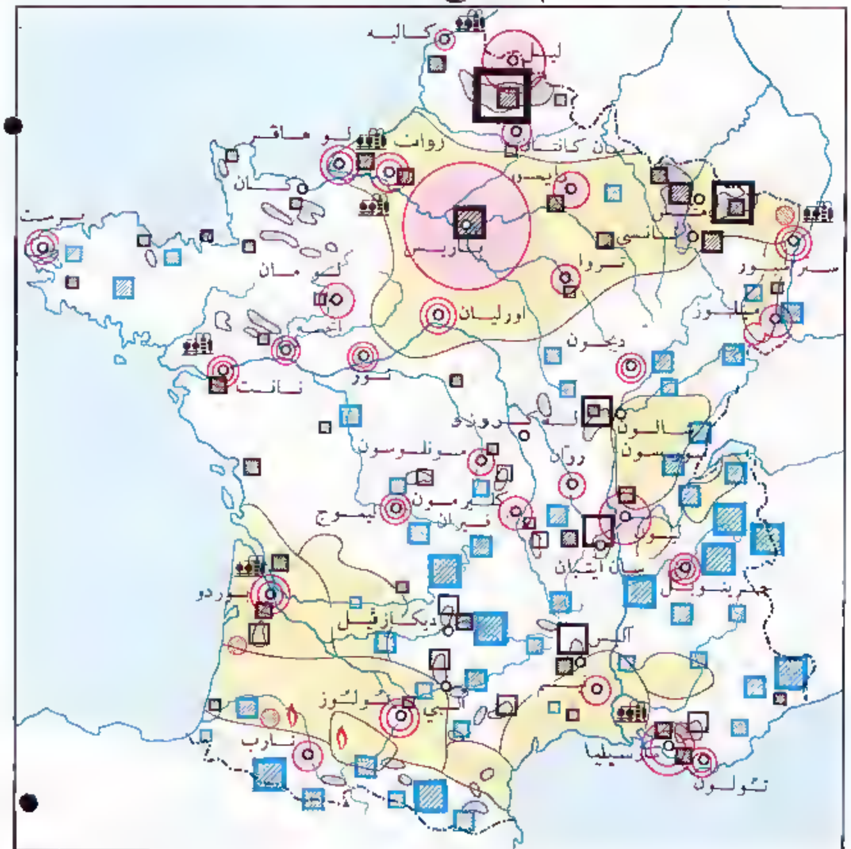

المحيط الأطلسي

فرنسا: الزراعة



زراعات كثيفة في منطقة تربة اللوس
زراعات متوسطة: خضار وفواكه الجنوب
مناطق زراعية مع تربية ماشية تقنية في الغرب الممطر
زراعة الحبوب والكرمة والتبغ في الجنوب الغربي الأطلسي
زراعة ثانوية للحبوب والبطاطا والكرمة في الأحواض والوديان الداخلية
مراعي وتربية الماشية في المرتفعات الوسطى (الماسيف سنترال)
تربية ماشية وغابات في جبال الألب وجبال البيرينيه
زراعة الحبوب وتربية الماشية في مناطق الغابات والمرتفعات
الحدود الشمالية لزراعة الذرة
مناطق زراعة الكرمة الكثيفة
حدود زراعة الكرمة
منتجات الخضار والفواكه
شمندر
ذرة
بطاطا
كرمة
تبغ
غابات

فرنسا: المناجم، منابع الطاقة والصناعة



مناجم الفحم الحجري يمثل المربع الانتاج المعدني الاجمالي
حقول المواد الملتهبة ومراكز استخراجها
مناجم الحديد
محطات كهرباء مائية
محطات كهرباء حرارية
تتناسب مساحة الرمز مع اهمية القوة المركبة
مدن كبيرة ذات صبغة صناعية
مدن ذات صناعات مهمة كل دائرة تتناسب مع عدد السكان
مصافي بترولية
غاز طبيعي



فرنسا: قمة المون بلان في جبال الألب.



فرنسا: قصر صغير قرب بحيرة أنيسي.



فرنسا: قناة بحرية في مرفأ جريمو.



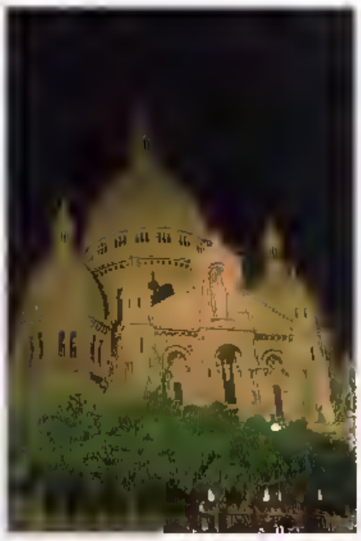
فرنسا: مشهد لمدينة سان تروبيز.



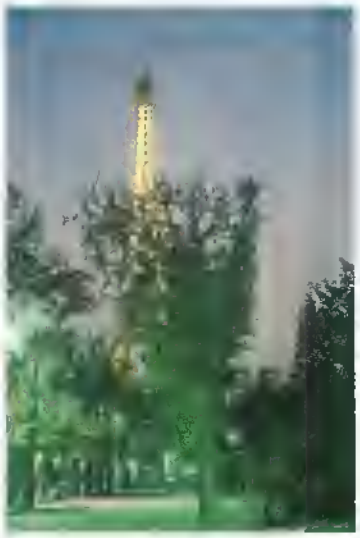
تمثال الملك لويس الرابع عشر في مدينة ليون.



كنيسة نوتردام في باريس.



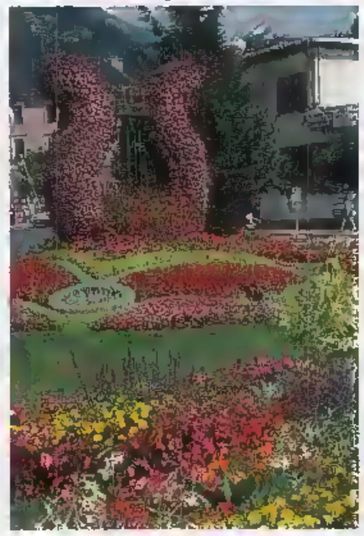
مشهد ليلي لكنيسة القلب الأقدس في باريس.



برج إيفل في باريس.



مدينة شامونكس السياحية في أسفل الجبل.



حديقة الزهور في منطقة سافوا العليا.



ساحة مدينة أنيسي.



دار الاوبرا.



قطار للأطفال في مدينة شامونكس.



مشـهد لشباك أثري.



مشهد لمقهى باريسي.



استراحة على حافة قناة في إكس لي بان.



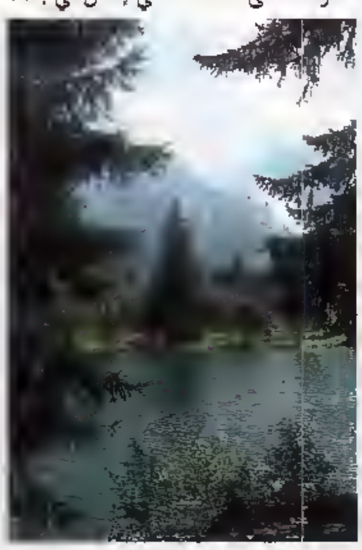
مشهد لقمة المون بلان.



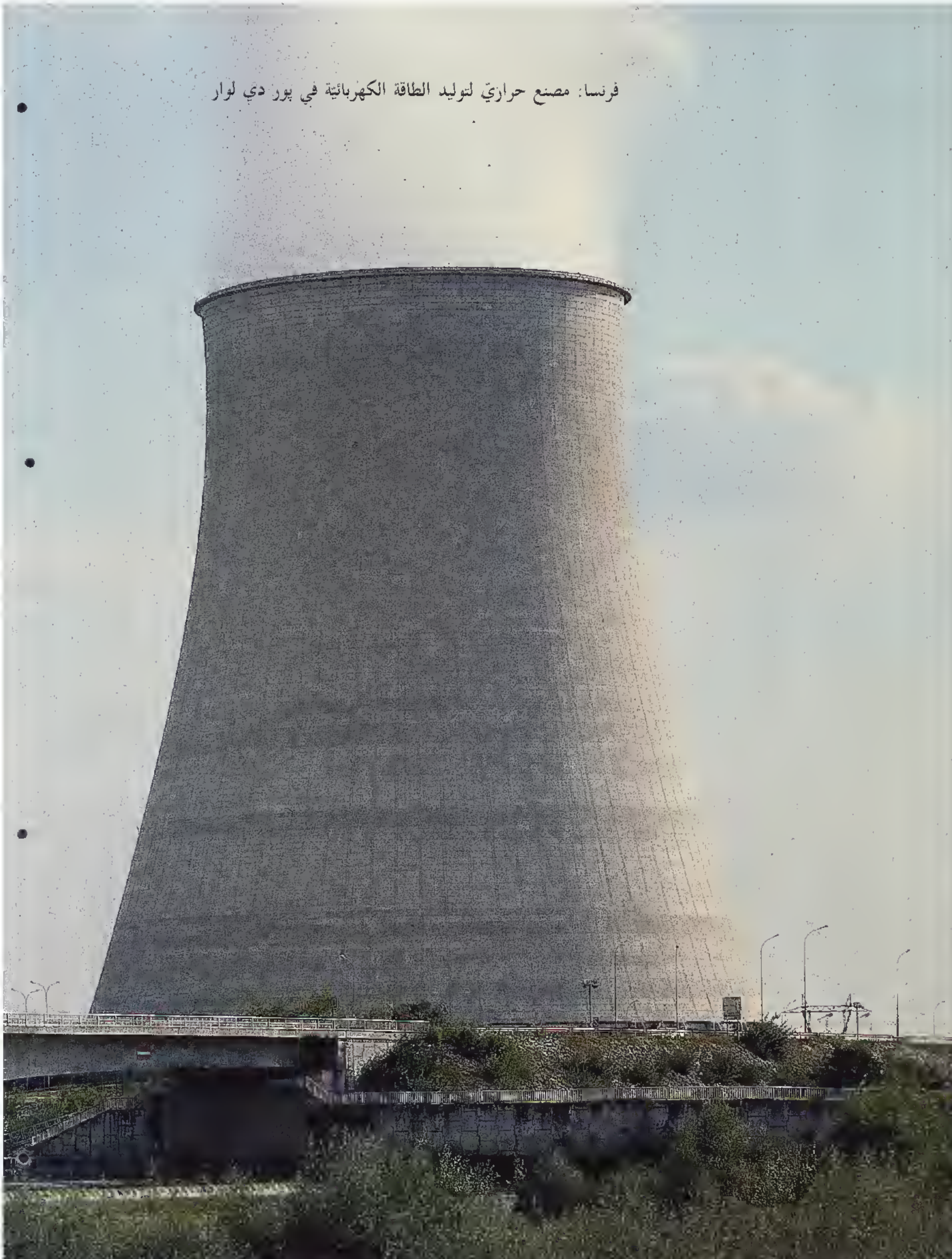
نافورة في جانب قصر أنيسي.



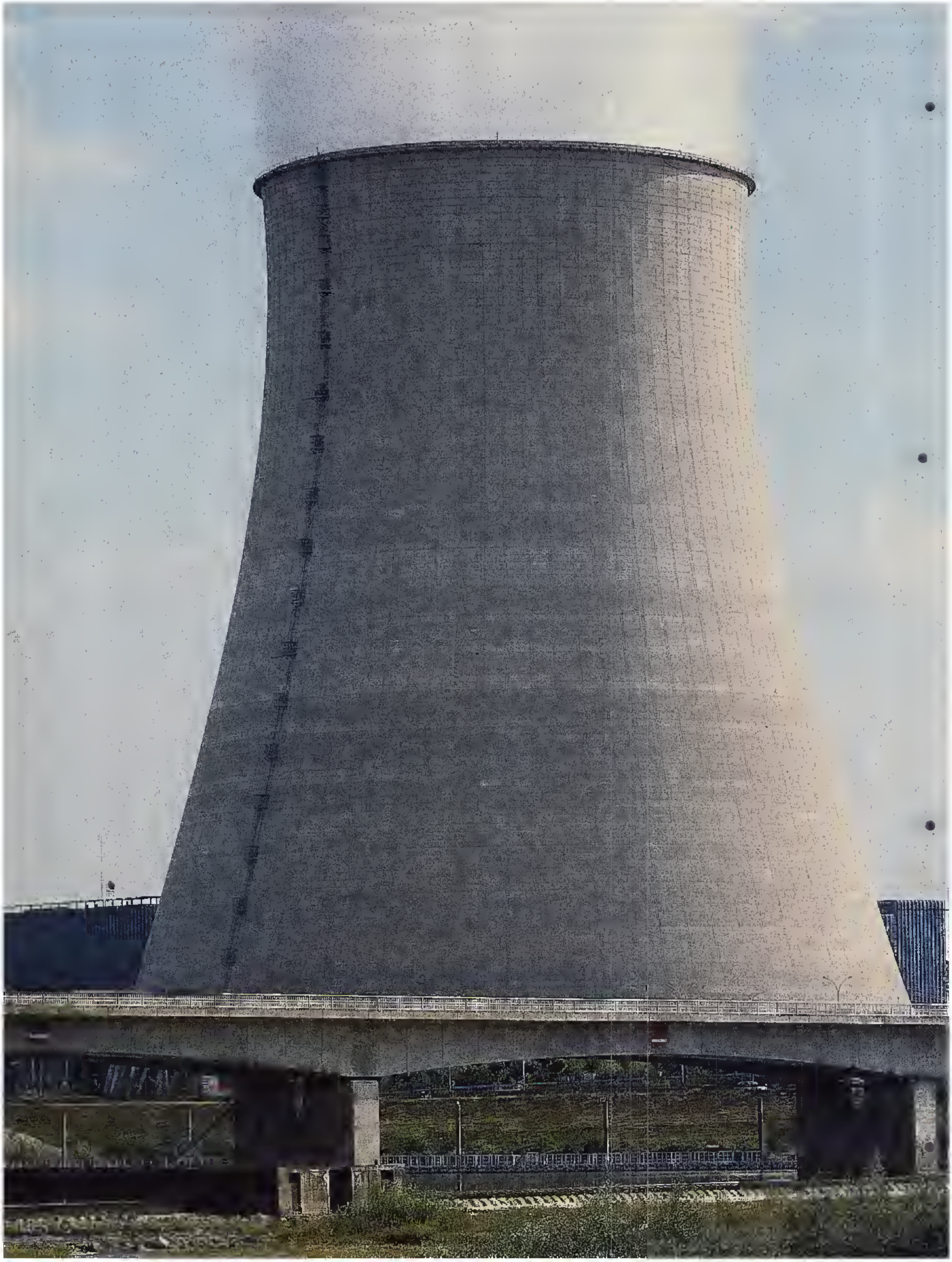
مشهد لهندسة قناة في أنيسي.



مشهد بجانب مدينة شامونكس.



فرنسا: مصنع حراريّ لتوليد الطاقة الكهربائية في پور دي لوار



الجزر البريطانية الطبيعية



المقياس ١ : ٤٠٠٠ ٥٠٠ ١

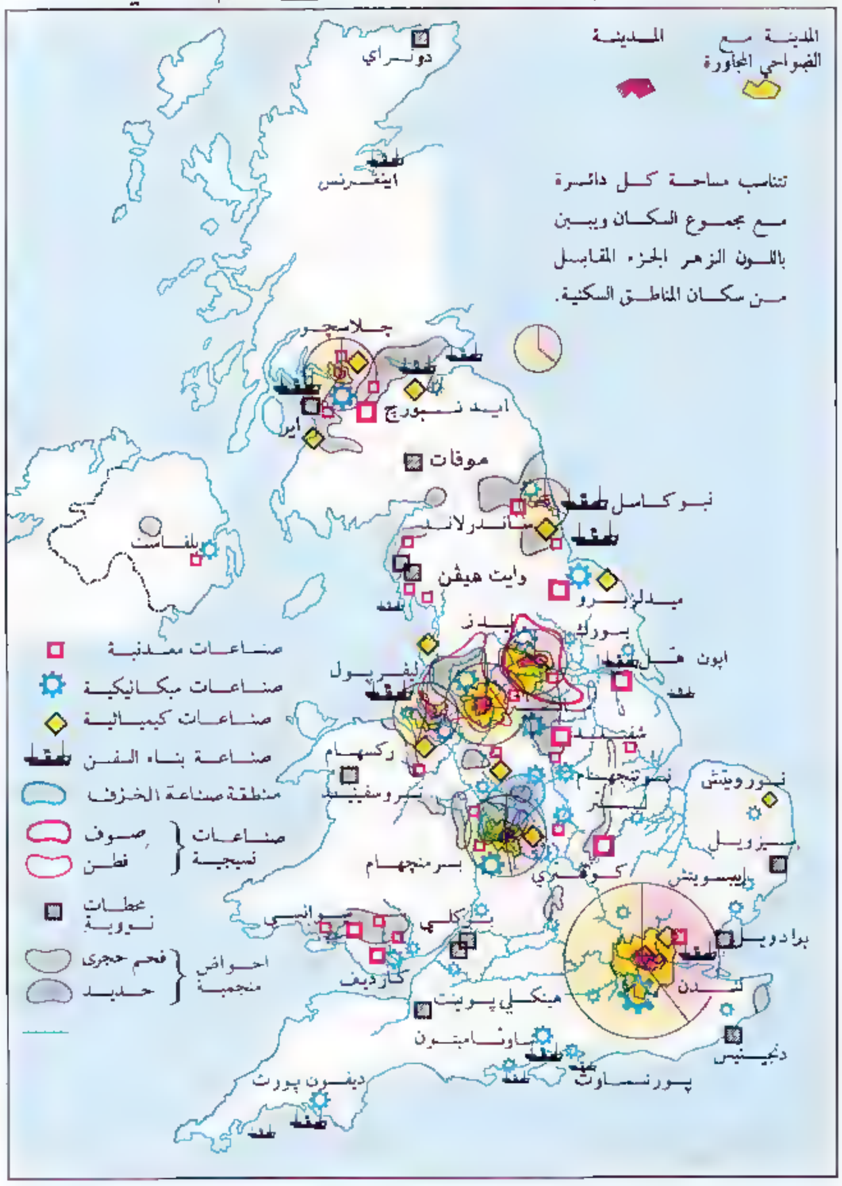
صفر ٢٥ ٥٠ ١٠٠ ١٥٠ ٢٠٠

كيلومتر

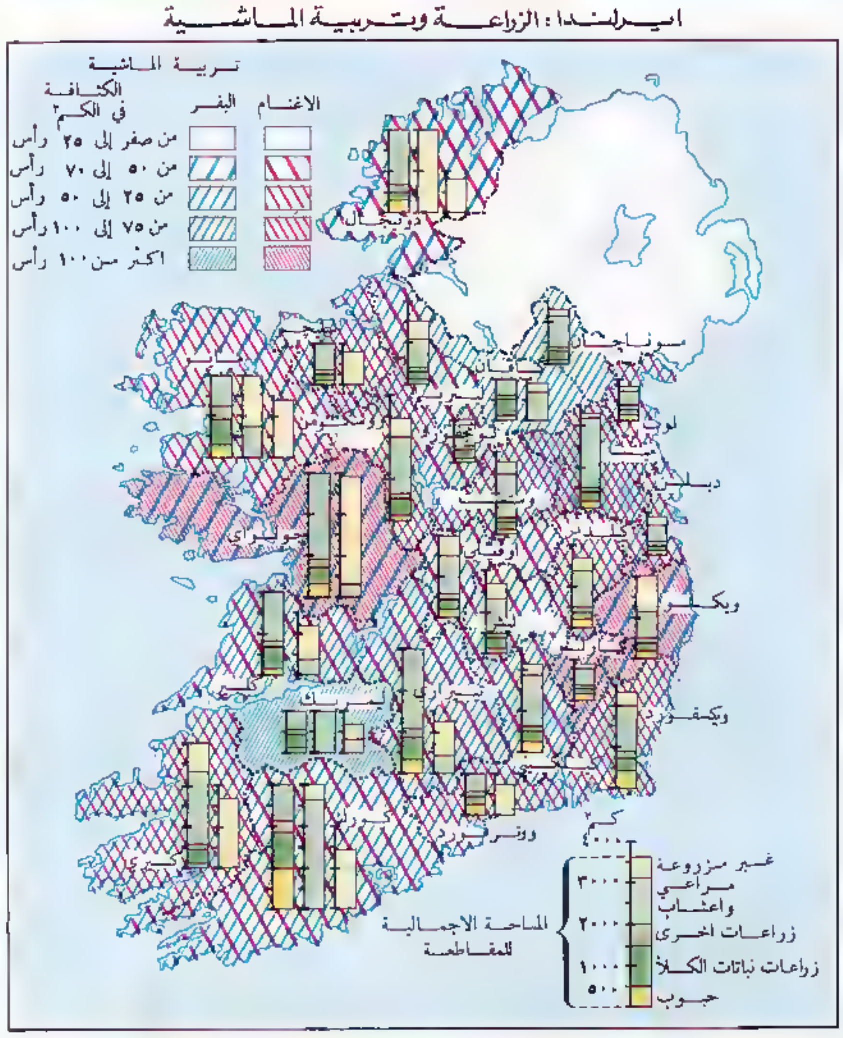
الجزر البريطانية السياسية



المملكة المتحدة : المناطق الصناعية



ايرلندا : الزراعة وتربية الماشية

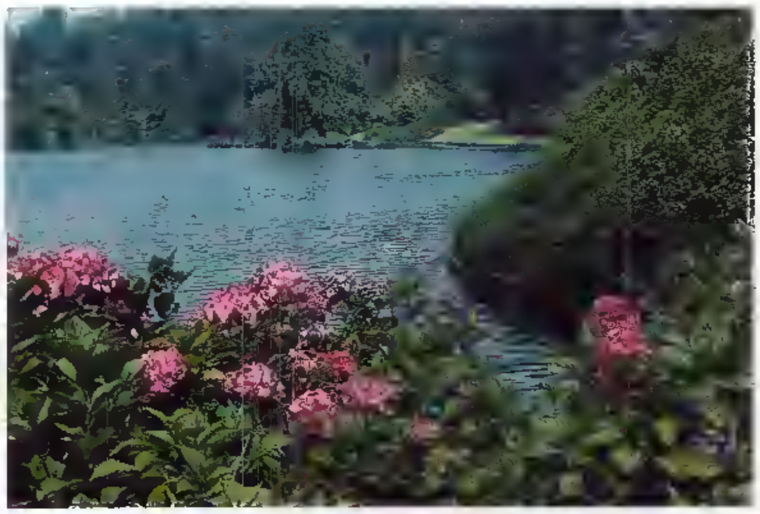




المملكة المتحدة: جامعة أبيريستويث في مقاطعة ويلز.



المملكة المتحدة: كاتدرائية ديڤون.



المملكة المتحدة: **مشهد لبحيرة انجليزية.**



المملكة المتحدة: **قناة يونيون في شستر.**



المملكة المتحدة: **مشهد لمرفأ دوكلاند.**



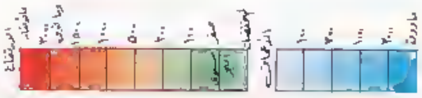
المملكة المتحدة: **قصر دولبادارن في مقاطعة ويلز.**

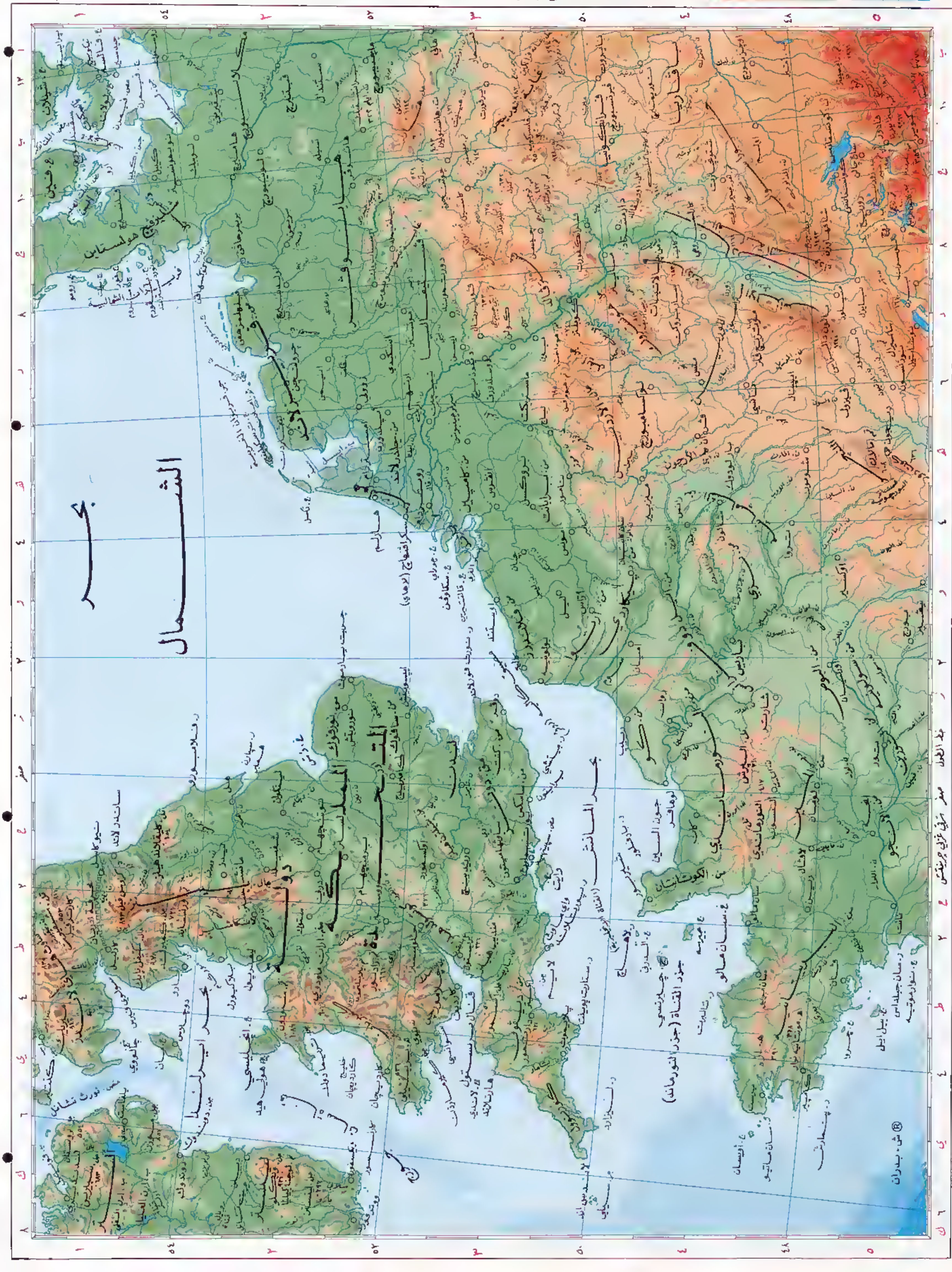
إنّ أرض اسكوتلاندا جبليّة في معظمها، لكن يمكن تقسيمها إلى ثلاث مناطق مستقلّة، من الشمال إلى الجنوب: نورث هاي لاندز، ولولاندز، وساوث هاي لاندز.

تشغل هاي لاندز أكثر من نصف مساحة اسكوتلاندا، وهي أكثر المناطق وعورة في جزيرة بريطانيا العظمى. وتتألّف الهاي لاندز من سلاسل جبليّة متوازية، تمتدّ في اتجاه عامّ من الشمال الشرقيّ إلى الجنوب الغربيّ، وتقصّها وديان ووهاد عميقة، وهي معروفة بعظمة مشاهدها الطبيعيّة. وتكثر في الهاي لاندز الأجراف الشديدة التحدّر والهضاب السبخيّة والبحيرات الجبليّة والأزقّة البحريّة والجداول السريعة الجريان والأجمات الكثيفة، وهي المنطقة التي تشهد أقلّ كثافة سكّانيّة في اسكوتلاندا. ويقسم منخفض، يُعرف بجلن مور أو الجلن الكبير (الوادي الكبير)، المنطقة إلى قسمين، ويمتدّ هذا المنخفض من موراي فيرث إلى لوك لينيه. وإلى الشمال الغربيّ من المنخفض، ترتفع قمم شديدة التأكّل ذات ارتفاعات متساوية إلى حدّ بعيد، تتراوح بين ٦١٠ و٩١٥ متراً. وتشهد الهاي لاندز، إلى الجنوب الشرقيّ من الوادي الكبير، طوبوغرافيا شديدة التنوّع. وتخترق جبال جرامبيان، وهي أهمّ نظام جبليّ في اسكوتلاندا، هذه المنطقة. ويصل ارتفاع قمّة بن نيفيس، التي هي أعلى قمّة فيها وفي بريطانيا العظمى كلّها، إلى ١٣٤٣ متراً.



منطقة بحر المانش والبلاد المنخفضة الطبيعية



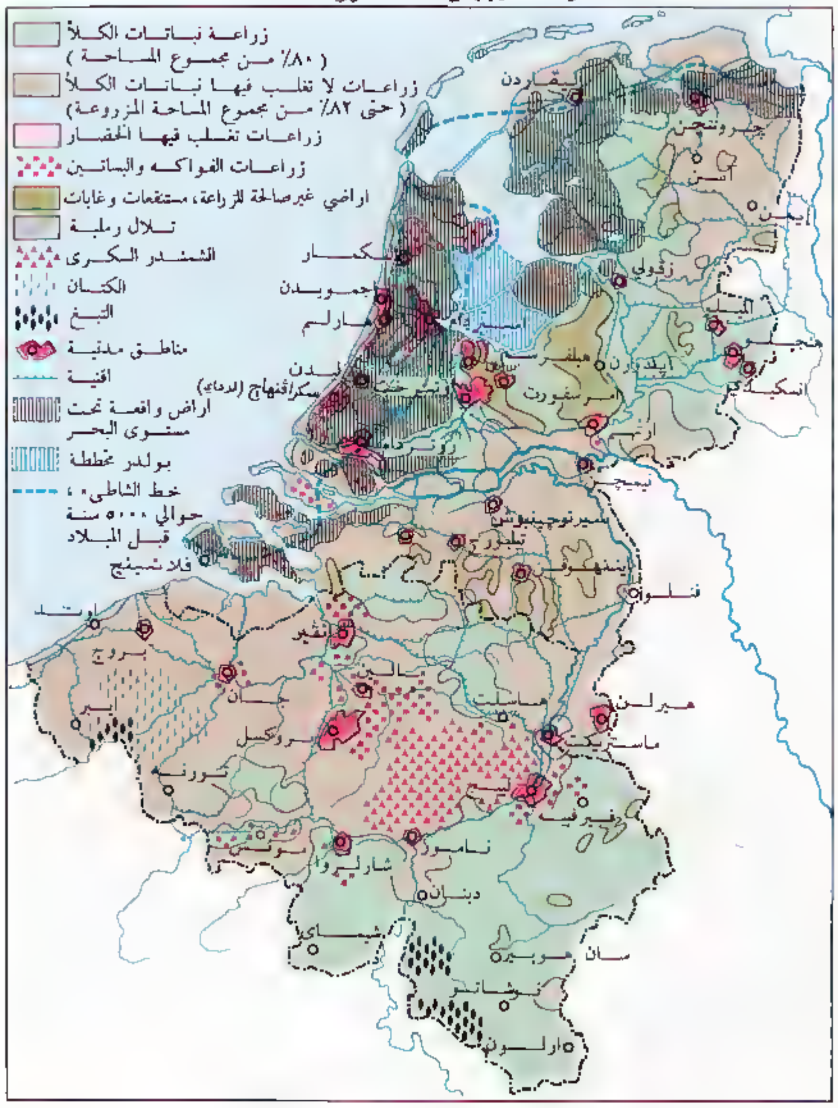






هولندا: طاحونة هوائية تستعمل لطحن الحبوب في مدينة نيوكويجك.

هولندا وبلجيكا: الزراعة





هولندا: يرجع تاريخ بناء هذا القصر إلى القرن الثالث عشر في مدينة مويدن.

بلاد البنلوكس: التقسيمات الإدارية





هولندا: المركز البلدي الذي يرجع تاريخ بنائه الى القرن الخامس عشر.



هولندا: كنيسة فرويبورك التي شيّدت سنة ١٦٧١ في مدينة دوردرخت.

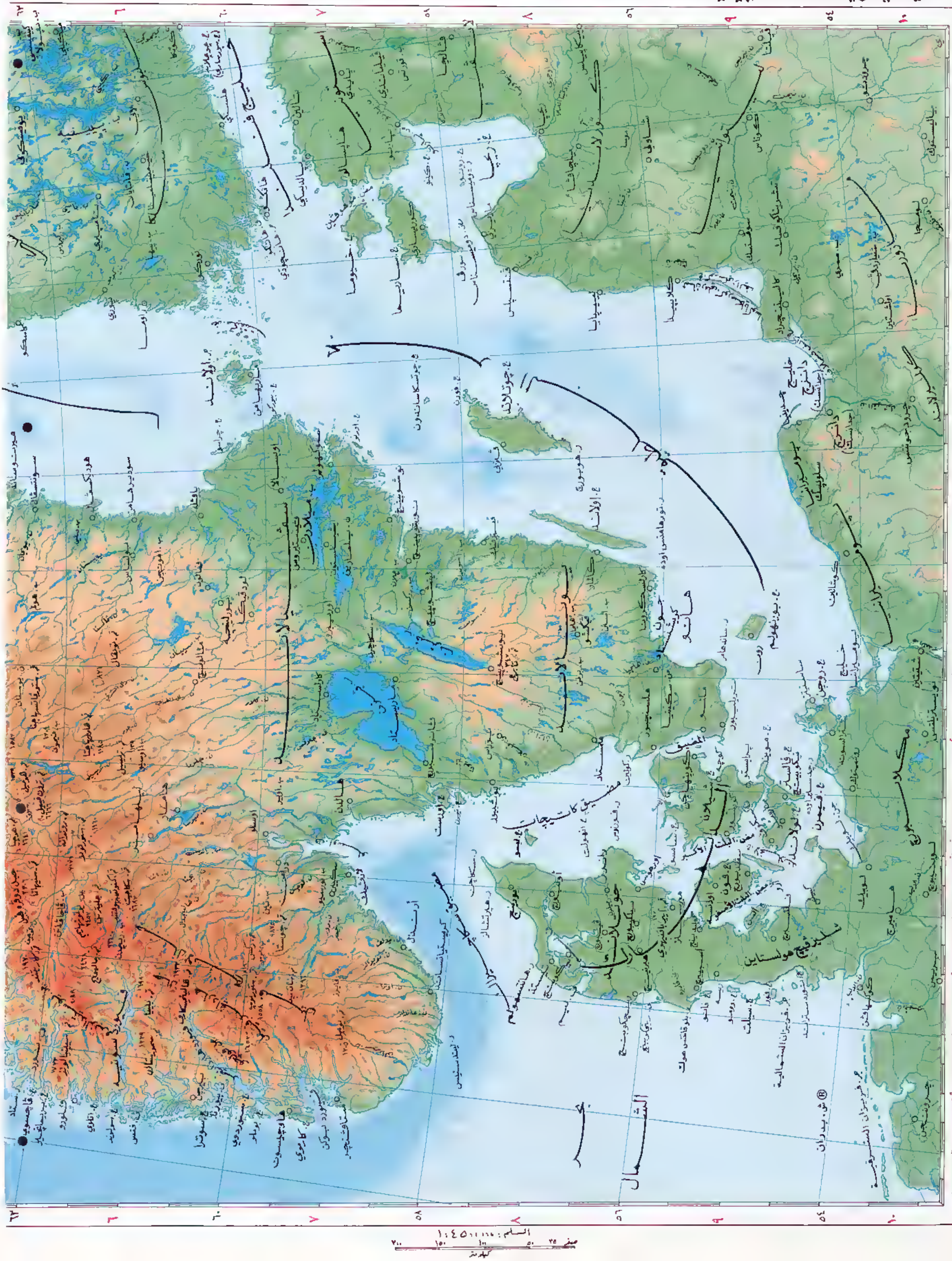


هولندا: البواخر السياحيّة في نهر امستل في امستردام.



(الى اليمين) مدينة روتردام – نسبة إلى الرين الذي تقع على أحد روافده – تعتبر أكبر مرافىء العالم رغم بعدها مسافة ١٨ كم عن البحر، ويشكل البترول النسبة الكبرى من البضائع المستوردة. ليست روتردام مرفأً هولندا الرئيسيّ فحسب، بل وبوّابة أوروبا أيضاً. فقسم كبير من تجارة المانيا وسويسرا والنمسا يتمّ عبرها.

اسكنديناڤيا وايسلاندا الطبيعيّة



خريطة رقم ٣٧



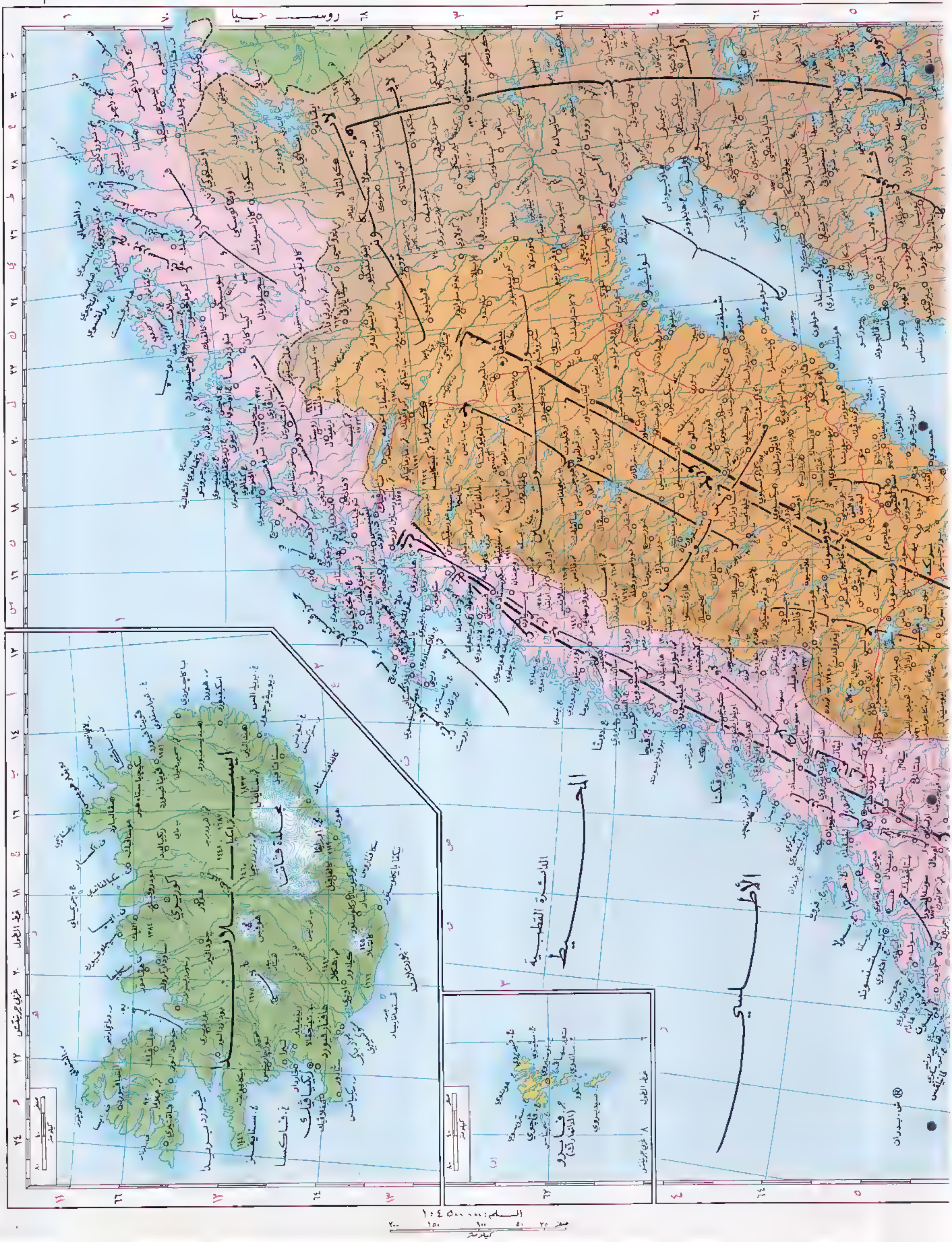
المحيط المتجمد الشمالي
المحيط الأطلسي
السلم: ١:٤٥٠٠٠٠٠
صفر ٢٥ ٥٠ ١٠٠ ١٥٠ ٢٠٠
كيلومتر

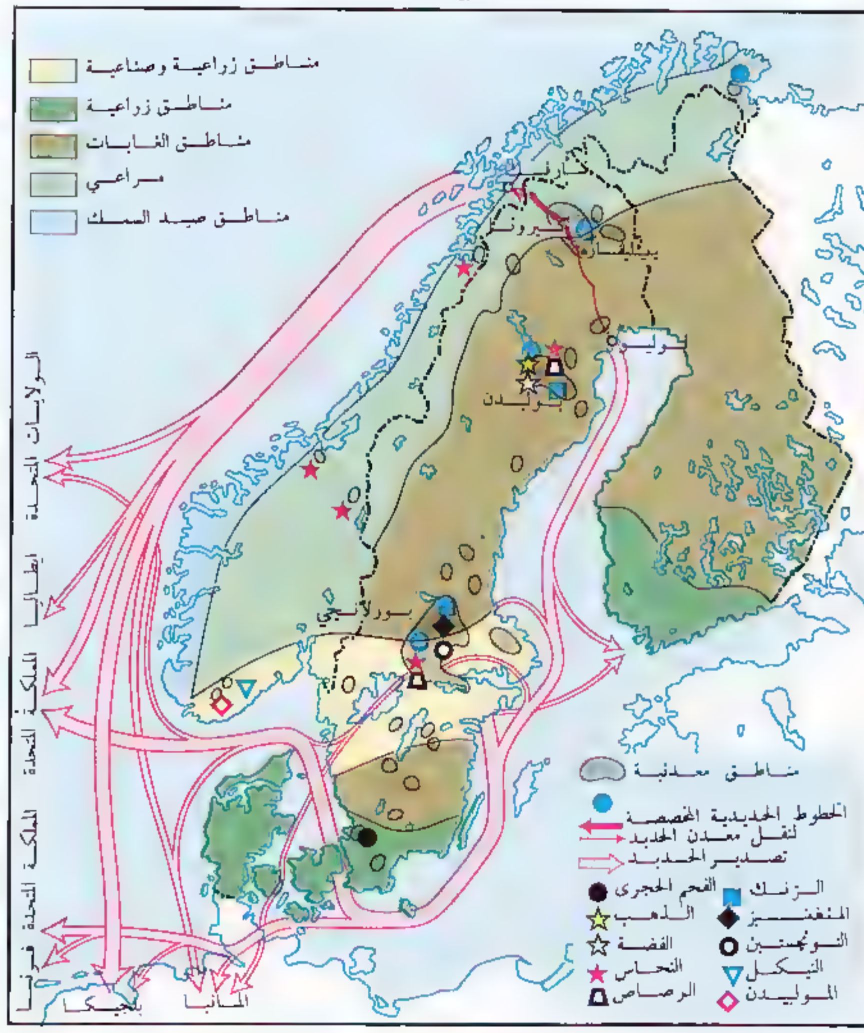
اسكنديناڤيا وايسلاندا السياسية



السلم: ١:٤٥٠٠٠٠٠
كيلومتر

خريطة رقم ٣٨






السويد: طاحونة هوائية في جزيرة اولاند.


السويد: بواخر راسية في ميناء جوتنبرج.


الدانمارك: قصر روزنبرج في كوبنهاجن.

الحركة البركانيّة هي طابع جيولوجيّ مميّز في جزيرة ايسلاندا التي يقع فيها عدد هائل من البراكين الهامدة والحيّة. إلى جانب هذه البراكين، توجد حركات بركانيّة جانبيّة تتمثّل بالينابيع الكبريتيّة والمائيّة الحارّة (حتى ١٠٠ درجة) التي يبلغ عددها حوالى ٦٠٠ ينبوع متفجّر. وظّفت الحكومة هذه الظاهرة من المياه الحارّة في التدفئة المركزيّة. وهي تجري الآن دراسات لتحويل الطاقة الحراريّة هذه إلى طاقة كهربائيّة. في الصورة، منظر للنافورة الكبرى التي تعتبر أهمّ معالم ايسلاندا السياحيّة (أكبر نوافير العالم الطبيعيّة).





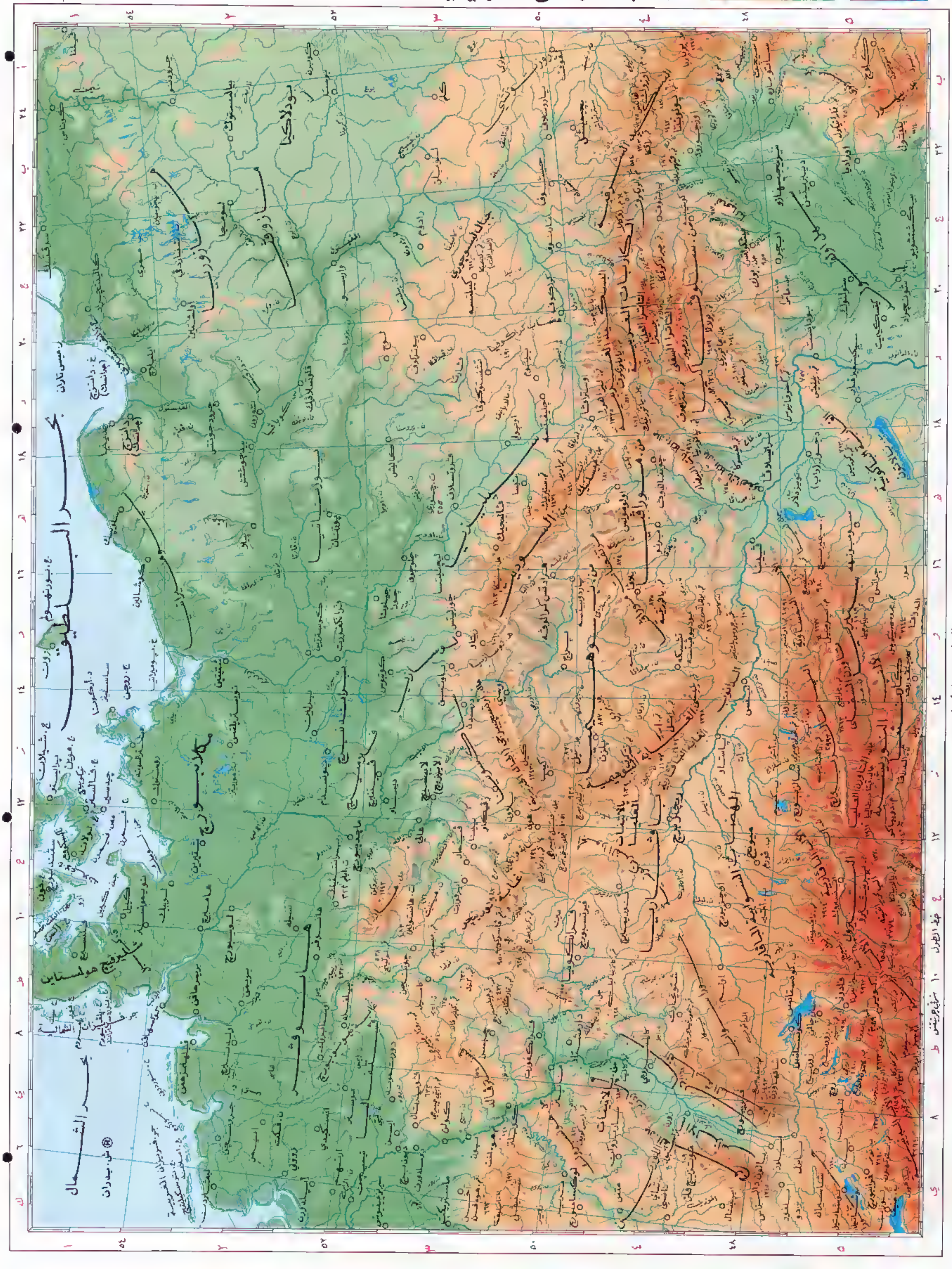
السويد: مشهد للبنك المركزي في مدينة ستوكهولم.



الدانمارك: مشهد للأبنية والبواخر في نهر نيهافن في مدينة كوبنهافن.

أوروبا الوسطى الطبيعيّة

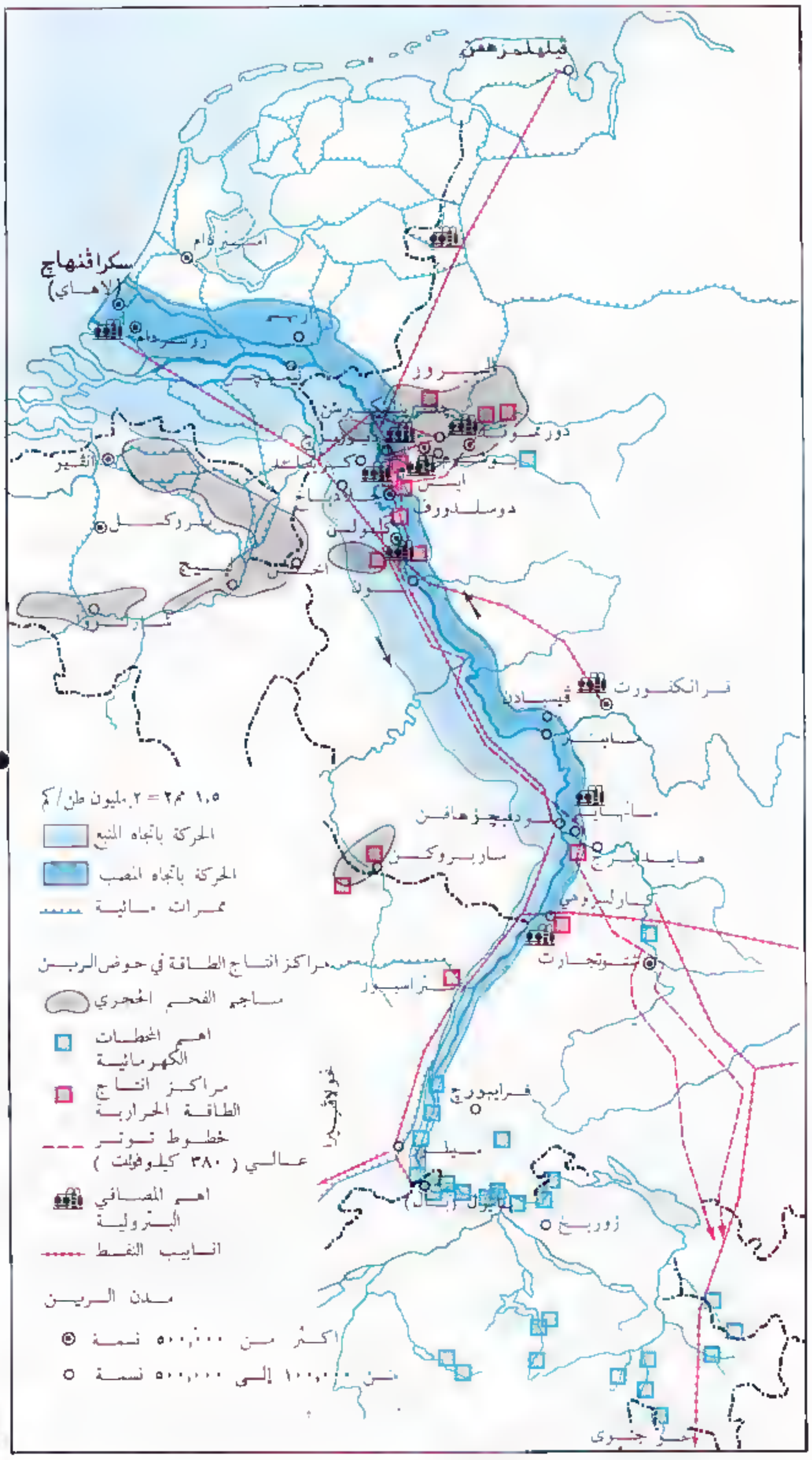




أوروبا الوسطى السياسية



حوض نهر الرين: الإقتصاد



اوروبا الوسطى: تجمع الصناعات على الحدود السياسية للبلاد





المانيا: تمثال الملاك الذهبي في برلين.



المانيا: آثار تمثّل الحمامات الملوكية الرومانية في ترير.



بولونيا: آثار حائط قصر مالبورك في عهد القرون الوسطى.


بولونيا: مشهد من مدينة وارسو.


جمهورية التشيك: مدينة براغ.


رومانيا: إحدى القصور القديمة في مقاطعة ترانسيلفانيا.


رومانيا: مشهد من الرقص الفولكلوري الروماني.


رومانيا: نساء تخبزن في احدى القرى.


بولونيا: مشهد من مدينة وارسو.


بولونيا: عربة خيل تستعمل للنزهة.


رومانيا: مشهد للفلاحين في اللباس التقليدي في مدينة سوجاتاج.



رومانيا: سوق الماشية في مدينة سوچاتاچ.



رومانيا: مشهد من الرقص التقليدي.



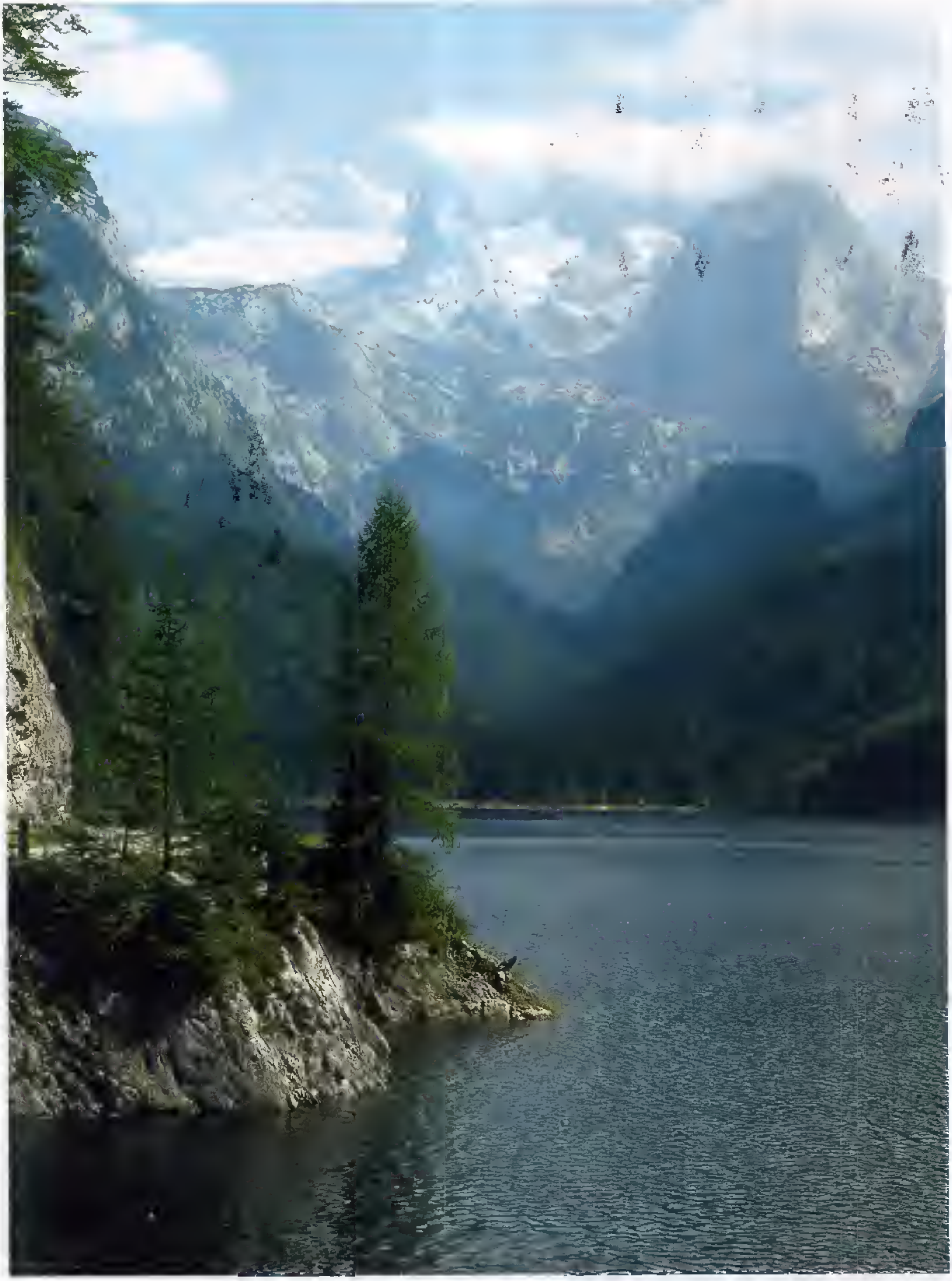
رومانيا: انتاج المزارع في سوق مدينة بايا ماري.



رومانيا: مدينة سيبيو في مقاطعة ترانسيلڤانيا.

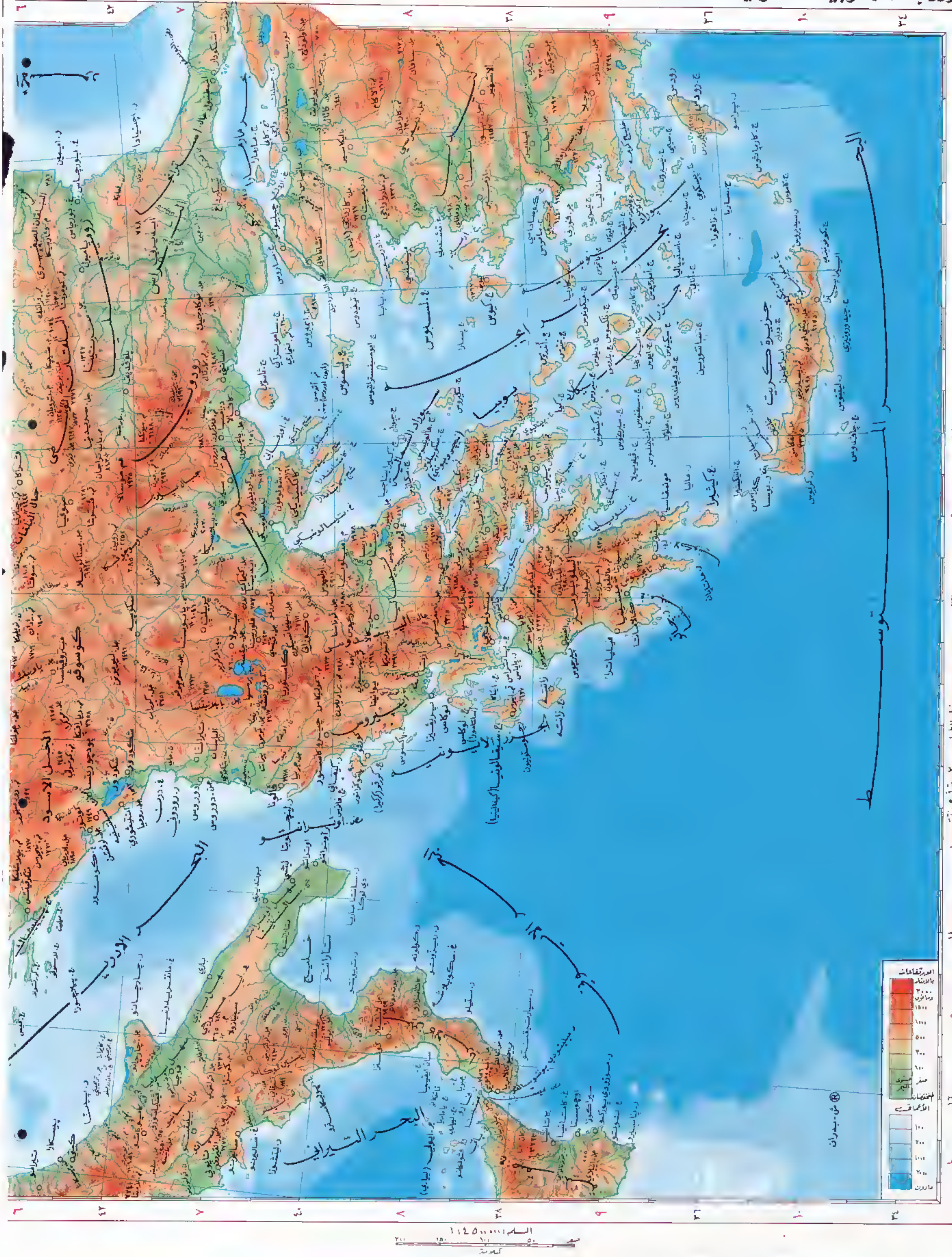


بولونيا: مرفأ لمدينة دانزچ (چدانسك)

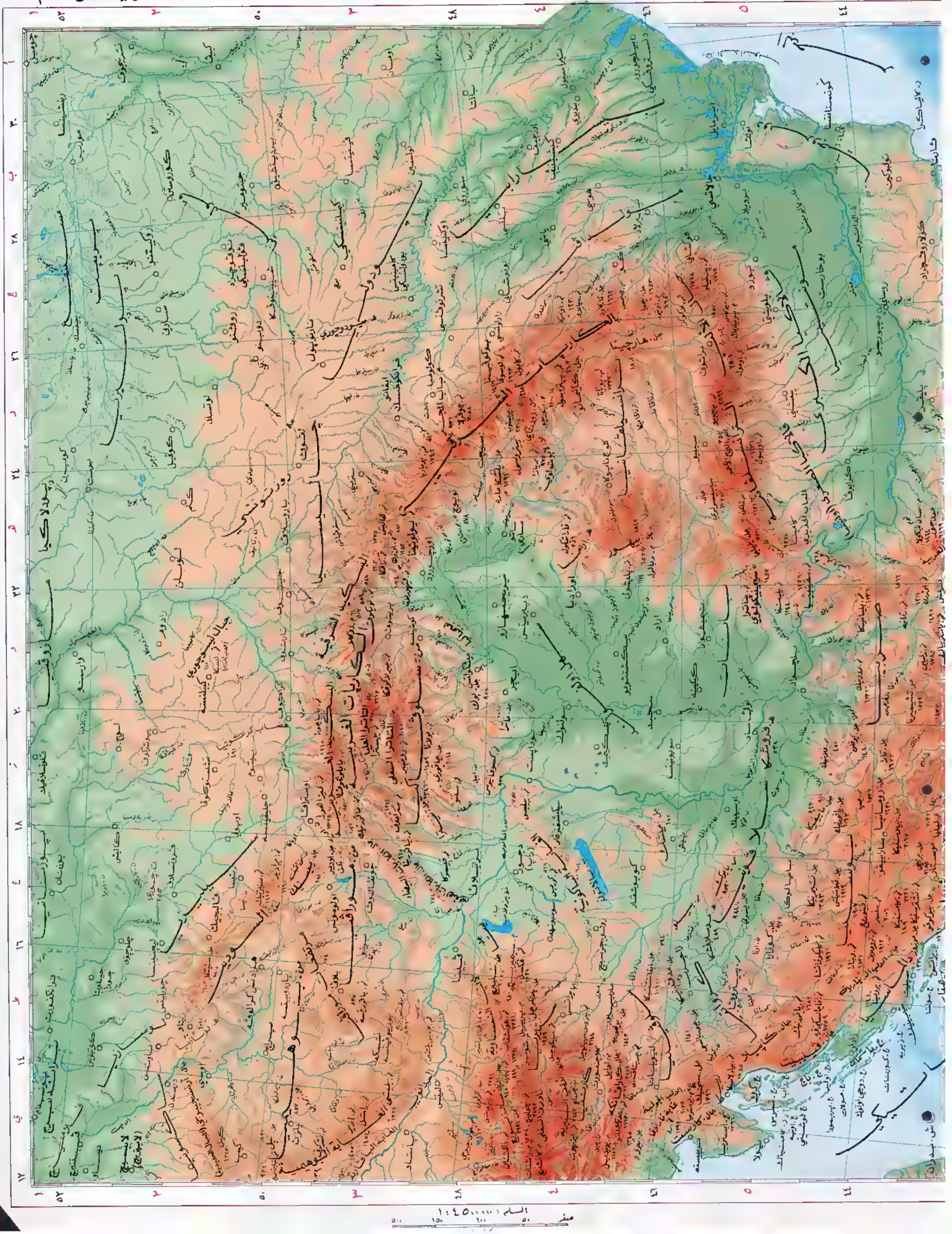


النمسا: بحيرة چوزو في جبال داكشتاين.

أوروبا الجنوبية الشرقية الطبيعية



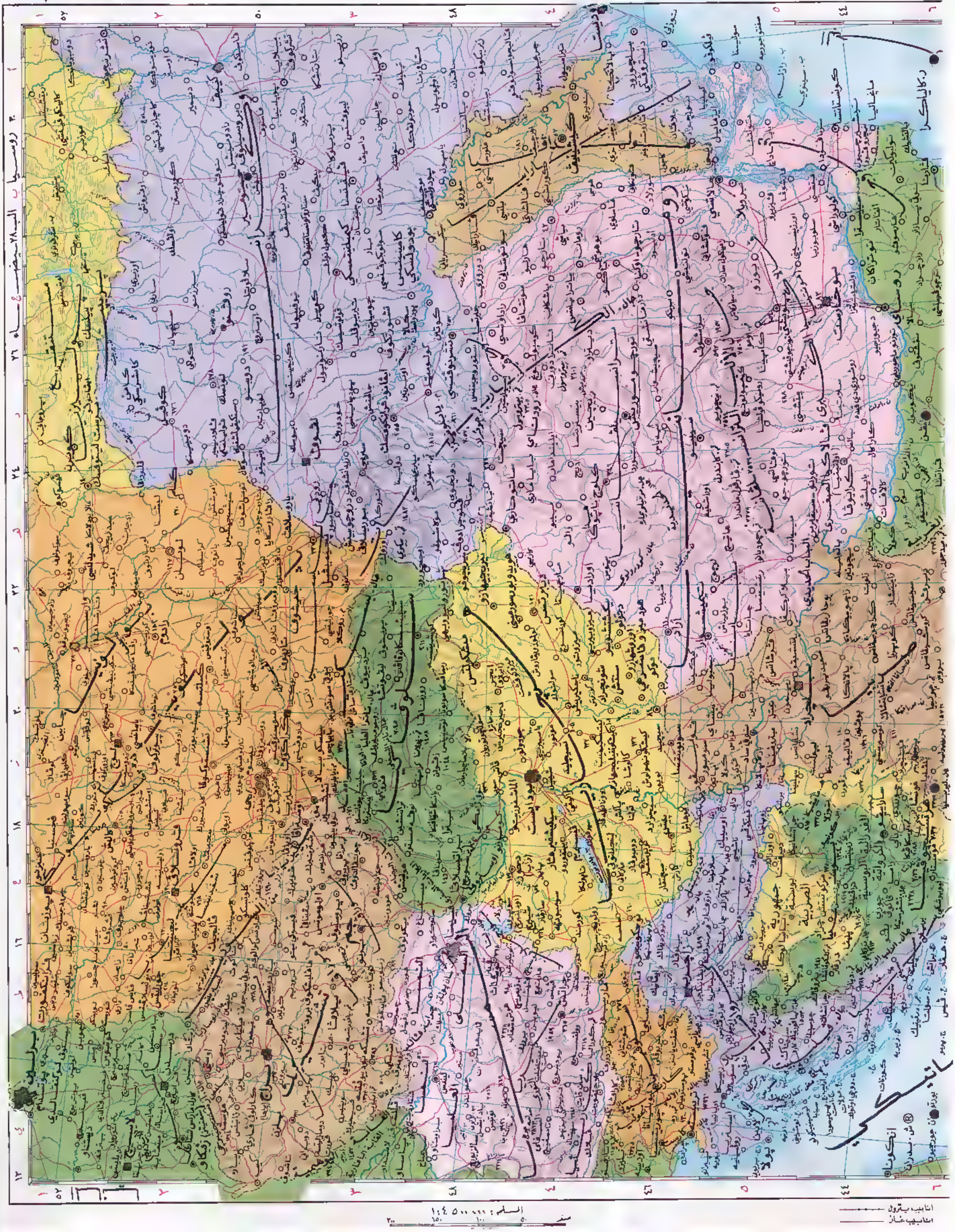
خريطة رقم ٤١



أوروبا الجنوبية الشرقية السياسية

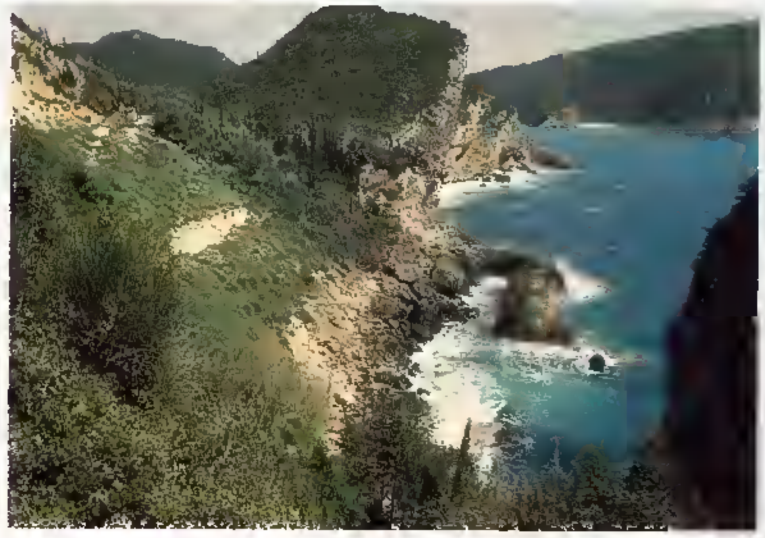


خريطة رقم ٤٢





تركيا: آثار رومانية في اسطنبول.



اليونان: مشهد لجزيرة كورفو.



اليونان: مشهد لقرية في جزيرة اندروس.



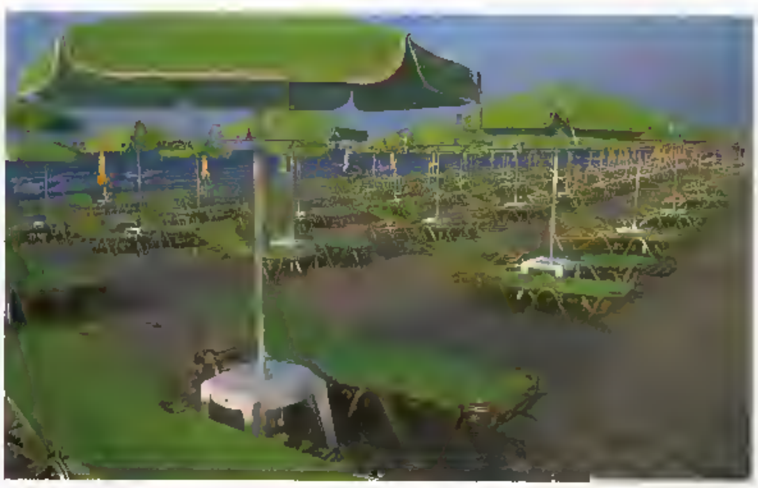
اليونان: مرفأ جزيرة تيرا.

التطور السياسي في البلقان
من مؤتمر فيينا الى الحرب العالمية الأولى (١٨١٥ - ١٩١٥)



التطور السياسي في البلقان
من الحرب العالمية الأولى حتى الحرب العالمية الثانية (١٩١٨ - ١٩٤٨)





اليونان: شاطىء ريثيمنون في جزيرة كريت.



اليونان: مدينة ليندس في جزيرة رودس.



مدينة دوبروفنيك (راجوزا) هي، بحقّ، أجمل المدن اليوغوسلافيّة الواقعة على شواطىء الأدرياتيك، ويرجع بناؤها إلى القرن الثالث عشر. المدينة محاطة بأسوار عالية، ولضيق شوارعها لا يُسمح للسيارات بالتجوّل داخلها.



اليونان: مدينة كورفو.



في منطقة تساليا، وسط اليونان، مجموعة من المسلّات الصخريّة العموديّة الجوانب، بنى الرهبان في أعلاها، بين القرنين الثاني عشر والسادس عشر، حوالى عشرين ديراً كانت المؤن تُنقل إليها بواسطة الحبال. تحوي هذه الأديرة مجموعة كبيرة من التحف الفنيّة.



اليونان: مرفأ لجزيرة ميكونوس في جزر السيكلاد.



مدينة «اسطنبول» عُرِفت في التاريخ القديم تحت اسم القسطنطينية، وعرفت ازدهاراً عظيماً بسبب كونها عاصمة الأمبراطورية الشرقية. و«أيا صوفيا» هي، دون شك، أجمل المعالم فيها، وهي تعرف اليوم باسم الجامع الكبير.

روسيا





روسيا



وشوكتشي وبحر سيبيريا الشرقيّة. وتحدّها من الشرق عدّة ألسنة بحريّة من المحيط الهادىء: مضيق بيرينج (الذي يفصل روسيا عن الاسكا) وبحار بيرينج أوخوتسك واليابان. وتتاخم روسيا في أقصى الجنوب الشرقيّ طرفَ كوريا الشماليّ الشرقيّ. وتحدّها من الجنوب الصين ومنچوليا وكازاخستان وأذربايجان وجيورجيا والبحر الأسود. وتحدّها أوكرانيا من الجنوب الغربيّ، وكلّ من روسيا البيضاء (بيلاروسيا) ولاتفيا واستونيا وخليج فنلندا وفنلندا والنروج من الغرب. وتحدّ ليتوانيا وبولونيا شقّة كالينينچراد المعزولة الواقعة على بحر البلطيق.

تقع الجزر الرئيسيّة التابعة لروسيا في المحيط المتجمّد الشماليّ وفي المحيط الهادىء. في أقصى الشمال، (في المحيط المتجمّد الشماليّ)، تقع أرض فرنسوا جوزيف، وهي أرخبيل مؤلّف من حوالى ١٠٠ جزيرة. وتشمل الجزر القطبيّة الشماليّة الأخرى، من الغرب إلى الشرق، الجزيرتين اللتين تشكّلان نوڤايا زمليا وجزيرة ڤايچاش ومجموعة من الجزر، معروفة بسيڤرنايا زمليا والجزر السيبيريّة الجديدة وجزيرة رانچل. وبين الجزر المذكورة أعلاه، نجد عدداً كبيراً من الجزر الصغيرة وسلاسل الجزر الصغيرة. وفي المحيط الهادىء، نجد جزر كوريل، التي تمتدّ على شكل قوس إلى الجنوب الغربيّ من الطرف الجنوبيّ لشبه الجزيرة الروسيّة من كامتشاتكا إلى اليابان، والتي تتنازع روسيا واليابان، منذ أمد بعيد، على ملكيّتها وحقوق الصيد في منطقتها. ويضمّ المحيط الهادىء أيضاً جزيرة ساكالين الكبيرة، التي تفصل بين بحرَي أوخوتسك واليابان.

يمكن تقسيم روسيا إلى ثلاث مناطق جغرافيّة واسعة: روسيا الأوروبيّة، التي تتألّف من الأراضي الواقعة غربيّ جبال الأورال؛ وسيبيريا، التي تمتدّ شرقاً من الأورال إلى المحيط الهادىء تقريباً؛ وشرق روسيا الأقصى، الذي يشتمل على المنطقة الجنوبيّة الشرقيّة وساحل الهادىء.

الأرض والموارد

يقع القسم الأكبر من روسيا شماليّ خطّ العرض ٥٠°، ويسودها بالتالي مناخ شبيه بمناخ كندا. ويقع أيضاً معظم أراضيها بعيداً عن التأثير الملطِّف للتيارات المحيطيّة، ما يولّد مناخاً قارياً أقسى من المناخ الذي يسود معظم الدول الأوروبيّة. ويحدّ المناخ، وبدرجة أقلّ الأتربة، من الموارد الزراعيّة. إلّا أن اتساع الأراضي الروسيّة وتكويناتها الجيولوجيّة المنوّعة توفّر موارد معدنية لا يضاهيها فيها أيّ بلد آخر في العالم.

المناطق الفيزيوغرافيّة

تضمّ روسيا بنى جيولوجيّة وتكوينات سطحيّة شديدة التعقيد نشأت وتطوّرت بشكل منفصل خلال العصور الجيولوجيّة المختلفة. وبشكل مبسّط، تتألّف أرض الجمهوريّة من سهل شاسع في الأجزاء الغربيّة والشماليّة من البلاد، يحدّه حزام متقطّع من الجبال والهضاب في الجنوب والشرق؛ وهذا السهل هو أكبر سهل في العالم. وتشمل الأراضي المرتفعة (النجود) والمناطق الجبليّة معظم سيبيريا، وتمتدّ إلى حدود الهادىء.

السهل الأوروبيّ

تتألّف روسيا الأوروبيّة بشكل رئيسيّ من سهل متموّج يبلغ متوسط ارتفاعه حوالى ١٨٠ متراً. وقد تشكّلت أرض هذا السهل بفعل علم المجاري المائيّة والريح وأنهار الجليد، طوال ملايين السنين على طبقات شبه أفقيّة من الصخور الرسوبيّة. وفي بعض الأماكن، انحتّت الصخور الرسوبيّة الطريّة، وظهرت على السطح القاعدة المكوّنة من الصخور البركانيّة والمتحوّلة الصلبة؛ وتقع أبرز هذه المناطق في الشمال الغربيّ قرب الحدود مع فنلندا. وتكون الطوبوغرافيا في هذه المناطق وعرة بوجه العموم، نظراً لوجود البوارز (جمع بارزة)، ولا سيّما في الشمال، حيث تصل الأرض إلى أقصى ارتفاع لها (١١٩١ متراً) في وسط شبه جزيرة كولا. وفي ما عدا ذلك، تبقى تضاريس السهل الأوروبيّ باستثناء بعض الحالات البسيطة، منخفضة جدّاً.

وقد نشأت المعالم السطحيّة الأخرى بفعل عمل الجليد. ومن هذه المعالم، نجد عدّة مناطق سبخيّة واسعة، مثل أرض ميشورا المنخفضة جنوب شرق موسكو على طول نهر أوكا. وكانت هذه المنطقة الفقيرة السيّئة التصريف بحيرةً، عندما سدّ جليد المجلّدات المجاري المائيّة التي تصرّف ماءها اليوم. وقد شكّل أقرب العصور الجليديّة إلينا، والذي انتهى منذ حوالى ١٠,٠٠٠ إلى ١٢,٠٠٠ سنة خلت، ركاماً جليديّاً انتهائيّاً يمتد شرقاً من الحدود مع روسيا البيضاء (بيلاروسيا)، ثمّ شمال موسكو إلى الساحل القطبيّ الشماليّ، إلى الغرب من نهر بيتشورا. إنّ المنطقة الواقعة شمال هذه الحدود هي منطقة سيّئة التصريف، تضمّ عدداً كبيراً من البحيرات والمستنقعات.

جبال الأورال

ينتهي السهل الأوروبيّ في الشرق عند جبال الأورال. وجبال الأورال مجموعة من السلاسل الجبليّة القديمة والمنحتّة، وهي غير لافتة من الناحية الطوبوغرافيّة. لا يتجاوز متوسّط ارتفاع جبال الأورال ٦٠٠ متر تقريباً، وتبلغ الجبال أقصى ارتفاع لها في الشمال عند قمم نارودنايا (جبل الشعب) حيث تسجّل ١٨٩٤ متراً فوق مستوى سطح البحر. لكنّ هذه الجبال مهمّة جدّاً لاحتوائها على مجموعة منوّعة من الأركزة المعدنيّة، التي تتراوح من الخروفات المعدنيّة إلى خامات الحديد والمعادن غير الحديديّة والأركزة غير المعدنيّة.

منخفض سيبيريا الغربيّة

إلى شرق جبال الأورال، تستمرّ المنطقة السهليّة في منخفض سيبيريا الغربيّة. وتعاني هذه المنطقة الشاسعة والمسطّحة سوء التصريف، وهي عموماً سبخيّة أو مستنقعيّة.

مرتفعات سيبيريا الوسطى

تبدأ شرقَ نهر ينيسي الأراضي المرتفعة المتموّجة التي تشكّل مرتفعات سيبيريا الوسطى. ويتراوح متوسّط ارتفاع هذه المنطقة بين ٥٠٠ و٧٠٠ متر تقريباً. وفي جميع المناطق، شقّت الأنهار السطح أو حتّته، وشكّلت في بعض الأماكن شِعاباً (أخاديد، ودياناً ضيّقة منحدّرة الجوانب) عميقة. وتتميّز بنية المنطقة الجيولوجيّة بالتعقيد، ففوق قاعدة من الصخور البركانيّة والمتحوّلة، تمتدّ في الكثير من الأماكن صخور رسوبيّة وحمم بركانيّة سميكة. وتتميّز المنطقة بغناها بالأركزة المتنوّعة.

جبال سيبيريا الشرقيّة

تتألّف الطوبوغرافيا شرق نهر لينا من سلسلة من الجبال والأحواض. وتبلغ السلاسل الأكثر ارتفاعاً في هذه المنطقة ارتفاعاً أقصى يتراوح بين ٢٣٠٠ و٣٢٠٠ متر تقريباً. وإلى الشرق، باتجاه المحيط الهادىء، تصبح الجبال أكثر ارتفاعاً وتحدّراً، ويسود النشاط البركانيّ. تضمّ شبه جزيرة كامتشاتكا ١٢٠ بركاناً، منها ٢٣ بركاناً ناشطاً حالياً. ويصل ارتفاع أعلى قمّة بركانيّة كليوتشفسكايا إلى ٤٧٥٠ متراً. وتتواصل سلسلة جبال كامتشاتكا البركانيّة امتدادها باتجاه الجنوب في جزر كوريل، التي تحتوي على حوالى ١٠٠ بركان، منها ٣٠ بركاناً ناشطاً.

الأنظمة الجبليّة الجنوبيّة

تشمل الحدود الجنوبيّة لروسيا الأوروبيّة جبال القوقاز الحديثة التكوّن والناشطة زلزاليّاً، والتي تمتدّ بين البحر الأسود وبحر قزوين، وتتضمّن جبال القوقاز سلسلتين جبليتين كبيرتين تعرضتا للطيّ وتفصلهما منطقة منخفضة على طول امتدادهما؛ وتشكّل جبال القوقاز الكبرى الشماليّة جزءاً من حدود روسيا الجنوبيّة. يتميّز نظام الجبال هذا بتعقيده من الناحية الجيولوجيّة، ويتألّف من حجر الكلس والصخور البلّوريّة مع بعض التكوينات البركانيّة. ويصل أقصى ارتفاع لجبال القوقاز الكبرى إلى ٥٦٤٢ متراً عند قمّة ايلبروز، وهو بركان خامد يشكّل أعلى قمّة في أوروبا. وتواصل سلاسل جبليّة أخرى امتدادها باتجاه الشمال الشرقيّ على طول الحدود الجنوبيّة لسيبيريا الوسطى والشرقيّة وصولاً إلى المحيط الهادىء. ومن هذه السلاسل، نذكر سلاسل ألتاي وسايان وبايلونوي وستانوڤوي.

الخطّ الساحليّ والأنهار والبحيرات والبحار

تملك روسيا أطول خطّ ساحليّ بين بلدان العالم. ويمتدّ خطّها الساحليّ على أكثر من ٣٧,٦٥٠ كيلومتراً، خصوصاً على طول المحيط المتجمّد الشماليّ والمحيط الهادىء؛ وتمتدّ السواحل الأخرى على طول البحر الأسود وبحر قزوين في الجنوب. ونظراً إلى أنّ القسم الأكبر من سواحلها يقع في مياه تبقى مجلّدة لعدّة أشهر في السنة، لا تملك روسيا سوى عدد قليل من المنافذ المحيطيّة المفتوحة على مدار السنة. ولكن، بالرغم من هذه التقييدات، تمارس روسيا الملاحة وصيد الأسماك في جميع البحار.

تقع أطول الأنهار الروسيّة في سيبيريا وأقصى روسيا الشرقيّة. وأكبر نظام نهريّ على الإطلاق هو نظام الأوب – إيرتيش؛ ويجري هذان النهران معاً مسافة ٥,٤١٠ كيلومترات من الصين الغربيّة شمالاً، عبر سيبيريا الغربيّة إلى المحيط المتجمّد الشماليّ. ويأتي في المرتبة الثانية نظام أمور – شلكا – أونون، الذي يخرج من منچوليا الشماليّة باتجاه الشرق، ويجري على طول الحدود الصينيّة السيبيريّة لمسافة ٤,٤١٦ كيلومتراً حتى يصل إلى ساحل الهادىء. أمّا في ما يتعلّق بالأنهار الفرديّة، فنهر لينا هو أطولها على الإطلاق؛ ويجري شمالاً عبر سيبيريا وأقصى روسيا الشرقيّة لمسافة ٤,٢٩٦ كيلومتراً تقريباً ليصبّ في المحيط المتجمّد الشماليّ. ويليه في المرتبتين الثانية والثالثة نهرا إيرتيش والأوب. أمّا المرتبة الرابعة فيحتلّها نهر الڤولچا، الذي يبلغ طوله ٣,٦٩٠ متراً، ما يجعله أطول نهر في أوروبا. ويصرّف نهر الڤولچا مع رافديه الرئيسيّين – نهرَي الكاما والأوكا – قسماً كبيراً من مياه السهل الأوروبيّ الشرقيّ إلى الجنوب الشرقيّ من بحر قزوين. ويجري خامس أطول نهر، وهو نهر ينيسي، من منچوليا شمالاً عبر سيبيريا الشرقيّة إلى المحيط المتجمّد الشماليّ. ويصرّف رافده الرئيسيّ، نهر أنچارا، مياه بحيرة بايكال الهائلة، ما يخلق جرياناً كثيفاً ومنتظماً في الجزء السفليّ من النظام النهريّ؛ ويفرّغ نهر ينيسي ٦٠٣ كيلومترات مكعّبة من الماء في المحيط المتجمّد الشماليّ كلّ سنة، وهو أكبر دفق بين الأنظمة النهريّة في البلاد. ومن حيث مقدار التدفّق، تأتي بعد الينيسي ثلاثة أنهار آسيويّة أخرى، هي اللينا والأوب والأمور، ونهر أوروبي واحد هو الڤولچا. وجميع الأنهار الأخرى تعطي دفقاً أقلّ بكثير.

ويلعب الكثير من الجداول والمجاري المائيّة الأخرى دوراً هامّاً، إمّا لأنها تُستعمل كطرقات للنقل أو كمصادر طاقة في المناطق الكثيفة السكّان، أو لأنّها تجري عبر مناطق جافّة، حيث يشكّل الريّ عاملاً ضروريّاً في الزراعة. وأبرز هذه الأنهار هو نهر الدون الذي يجري في السهل الأوروبيّ الجنوبيّ المكتظّ بالسكّان، ويصرّف المياه جنوباً إلى البحر الأسود وبحر ازوف. وفي السهل الأوروبي الشماليّ، يجري نهرا نارڤا ودڤينا الغربيّ باتجاه الشمال الغربيّ إلى بحر البلطيق؛ وتجري أنهار بيتشورا

ودڤينا الشمالي وميزن وأونيجا إلى المحيط المتجمّد الشماليّ والبحر الأبيض. وفي السهل القوقازيّ الشماليّ، يُعتبر نهر كوبان، الذي يجري غرباً إلى بحر ازوف، ونهر تيرك، الذي يجري شرقاً إلى بحر قزوين، أهمّ مجرَيَين مائيّين لأغراض الري.

إضطلعت الحكومة السوڤياتيّة بدور فعّال عبر بناء سدود كبيرة لتوليد الطاقة الكهربائيّة ولأغراض الريّ وضبط الفيضانات والملاحة. وقد تحوّلت أحواض بعض الأنهار بشكل كامل، بفعل خلق سلسلة من البحيرات الإصطناعيّة الهائلة. وقد أُقيمت أكبر هذه الإنشاءات على نظام الڤولجا – كاما وعلى نهر الدون في السهل الأوروبي، وعلى الأجزاء العليا من نظام ينيسي – أنجارا ونظام الأوب – إيرتيش في سيبيريا.

ونجد في روسيا الكثير من البحيرات الطبيعيّة، ولا سيّما في الجزء الشماليّ الغربيّ المجلّد من البلاد. إلّا أنّ بحر قزوين الواقع في الجنوب هو أكبرها مساحة. وبالرغم من أنه يُعرف بالبحر، فهو في الحقيقة بحيرة مالحة تشغل منخفضاً في الأرض؛ تصبّ بعض الأنهار في هذه البحيرة، ولكن بسبب جفاف المناخ لا يمتلىء الحوض العميق بالماء ولا يفيض الماء فيسيل إلى البحر. ولا يخرج الماء من البحيرة إلّا بالتبخّر، فيتراكم الملح مع مرور الوقت. تبلغ مساحة بحر قزوين حوالى ٣٧١,٠٢٠ كيلومتراً مربّعاً، ما يجعله أكبر بحيرة في العالم من حيث المساحة السطحيّة. وثاني أكبر جسم مائيّ في روسيا هو بحيرة بايكال، التي تبلغ مساحتها ٣٠,٥١٠ كيلومترات مربّعة. وتشكّل بحيرة بايكال أعمق بحيرة مياه عذبة في العالم، إذ يبلغ أقصى عمق لها ١٦٣٧ متراً؛ وتحتوي هذه البحيرة على حجم من الماء (حوالى ٢٣,٠٠٠ كيلومتر مكعّب) يفوق حجم أيّ بحيرة أخرى في العالم: ويُقدّر أنّ بحيرة بايكال تحتوي على خُمس المياه السطحيّة العذبة في العالم. وتحتلّ بحيرتا لادوجا وأونيجا المرتبتين الثالثة والرابعة من حيث المساحة. وتقع هاتان البحيرتان في ما يُعرف بمنطقة البحيرات الكبرى في شمال غرب روسيا الأوروبيّة. ولكلا هاتين البحيرتين العذبتين، أصل جليديّ كما أنّ لهما منافذ على خليج فنلندا.

المناخ

يعكس المناخ القاسي الذي يسود روسيا عرضها الجغرافيّ المرتفع وغياب التأثيرات البحريّة الملطّفة. ويتميّز مناخ روسيا بشتاء طويل وبارد، وصيف قصير ومعتدل نسبيّاً. وتحول الجبال العالية الممتدّة على الحدود الجنوبيّة لروسيا وآسيا الوسطى دون دخول القسم الأكبر من الكتل الهوائيّة الإستوائيّة البحريّة. وفي الشتاء، يتجلّد المحيط المتجمّد الشماليّ حتى الساحل، ويلعب دور كتلة قاريّة مجلّدة ومغطّاة بالثلج بدلاً من أن يكون محيطاً ذا تأثير ملطّف نسبياً. ونظراً إلى أنّ الأراضي الروسيّة تقع في حزام تطغى فيه الرياح الغربيّة، لا تصل التأثيرات الملطّفة من المحيط الهادىء إلى مسافة كبيرة داخل الأرض. ويصحّ ذلك بشكل خاصّ في الشتاء، عندما تنتشر بقعة أساسيّة كبيرة من الضغط المرتفع، متمركزة في منچوليا، فوق القسم الأكبر من سيبيريا وأقصى روسيا الشرقيّة.

ويأتي التأثير البحريّ الأساسيّ من المحيط الأطلسيّ في الغرب، لكن عندما يصل هواء الأطلسيّ إلى روسيا يكون قد عبر الجزء الغربيّ من أوروبا بأكمله وتعرّض للكثير من التغيّرات. ويدخل هذا الهواء إلى الأراضي الروسيّة بشكل أسهل في الصيف، عندما يستقرّ عموماً فوق الأرض، نظام من الضغط المنخفض. وفي هذه الفترة من السنة، يمكن لهواء الأطلسيّ الدافىء والرطب أن يشقّ طريقه شرقاً إلى وسط سيبيريا. ويشكّل هذا الهواء الكتلة الهوائيّة الأساسيّة الحاملة للرطوبة التي تبلغ روسيا، ويتلقّى القسم الأكبر من الأراضي، بفعل هذه الكتلة الهوائيّة، قدراً كبيراً من الأمطار الصيفيّة. وتشكّل الأمطار الصيفيّة عاملاً معزّزاً للزراعة، إذ إنّ معظم المناطق الزراعيّة الجيدة يعاني نقصاً في الرطوبة. لكنّ توزيع الأمطار في الصيف لا يناسب جميع المناطق؛ ففي الكثير من المناطق، غالباً ما يضرب الجفاف في وقت مبكر من الصيف، بينما قد يشهد وسط الصيف وآخره أمطاراً غزيرة وغيوماً تعيق الحصاد. ويسود هذا الوضع، بشكل خاصّ، في أقصى المنطقة الشرقيّة، حيث يصل تيار من الريح الموسميّة المقبلة من الهادىء في وسط الصيف وآخره. وفي المناطق الشماليّة، ولا سيّما من موسكو باتجاه الشمال، يحجب السماء في الكثير من الأحيان، ولا سيّما في الشتاء، دثار رتيب من الغيوم، ما يجعل الروس يطلقون على هذه الظاهرة اسماً خاصّاً هو پاسمورنو، أيّ «الطقس الكئيب». وفي كانون الأوّل، مثلاً، يبلغ معدّل الأيّام الغائمة في موسكو ٢٣ يوماً.

غير أن المعدّلات السنويّة لهطول الأمطار تتراوح بين الضئيلة والمنخفضة في معظم أنحاء البلاد؛ فنظراً إلى كون الهواء بارداً في معظم الأوقات، فإنّه لا يستطيع حمل قدر كبير من بخار الماء. في السهل الأوروبي، يتناقص المعدّل السنوي لهطول الأمطار من أكثر من ٨٠٠ مم في روسيا الغربيّة إلى أقلّ من ٤٠٠ مم على طول ساحل بحر قزوين. وفي أنحاء سيبيريا وأقصى المنطقة الشرقيّة، تتراوح كميّات الأمطار السنويّة عموماً بين ٥٠٠ و٨٠٠ مم تقريباً؛ وفي المرتفعات، قد تصل المعدّلات السنويّة إلى ١٠٠٠ مم أو أكثر، ولكن في الأحواض الداخليّة قد لا تتعدّى كميّة الأمطار ٣٠٠ مم.

يتميّز مناخ روسيا بدرجات حرارة متطرّفة. تسجّل سيبيريا الشرقيّة درجات الحرارة الأكثر انخفاضاً في الشتاء؛ ويلطّف الهواء الآتي من المحيط الأطلسيّ، إلى حدّ ما، درجات الحرارة في الغرب. وتُعرف ڤيركويانسك في الجزء الشماليّ من أقصى المنطقة الشرقيّة باسم «قطب العالم البارد». ففي كانون الثاني، يبلغ معدّل درجات الحرارة في تلك المنطقة ٥١° مئوية تحت الصفر؛ وبلغت أدنى درجة حرارة مسجّلة في الشتاء (في شهر شباط) ٦٨° مئوية تحت الصفر. إنّ الشروط الجغرافيّة نفسها التي تؤدّي إلى انخفاض درجات الحرارة خلال الشتاء في الجزء الشماليّ الشرقيّ من البلاد – البعد عن البحر ووجود وديان ضيّقة بين الجبال – تتسبّب بركود الهواء في الصيف، ما يسمح باشتداد الحرارة بفعل استمرار ضوء النهار بشكل شبه دائم في هذه المناطق القريبة من القطب. في تموز، يبلغ معدّل درجات الحرارة في ڤيركويانسك ١٣° مئوية، وقد وصلت درجة الحرارة القصوى إلى ٣٧° مئويّة. ويصل التراوح المطلق لدرجات الحرارة في المدينة إلى ١٠٥° مئوية، وهو أكبر تراوح في العالم.

تضمّ الأراضي الروسيّة عدداً من المناطق المناخيّة المتميّزة، التي تمتدّ عموماً على طول البلاد في أحزمة شرقيّة – غربيّة، ويسود على طول ساحل المحيط المتجمّد الشماليّ مناخُ التندرة، الذي يمتدّ جنوباً في أقصى المنطقة الشرقيّة على منحدرات الجبال العالية. وإلى جنوب هذه المنطقة، نجد حزاماً عريضاً من المناخ شبه القاريّ يمتدّ جنوباً إلى مدينة سان پيترسبورج (لينينچراد)، ويعرض شرق جبال الأورال ليشمل سيبيريا وأقصى روسيا الشرقيّة بأكملهما تقريباً. ويسود القسم الأكبر من روسيا الأوروبيّة مناخٌ قاريّ أكثر اعتدالاً. ويبلغ هذا الحزام أقصى عرض له في الغرب، ويمتدّ من بحر البلطيق إلى البحر الأسود، ثمّ يضيق تدريجيّاً باتّجاه الشرق حتى يشمل قطاعاً ضيّقاً في جنوب المنخفض السيبيريّ الغربيّ؛ ويسود أيضاً هذا المناخ في الطرف الجنوبيّ الشرقيّ من روسيا الشرقيّة. وتتراوح درجات الحرارة في موسكو، التي تقع في المنطقة المناخيّة القاريّة، بين ١٦° مئوية تحت الصفر و٩° مئوية تحت الصفر في كانون الثاني، وبين ١٣° إلى ٢٣° مئوية في تموز. وتتراوح درجات الحرارة في ڤلاديڤوستوك، في طرف روسيا الجنوبيّة الشرقيّة، بين ١٨° تحت الصفر و١١° مئوية تحت الصفر في كانون الثاني، وبين ١٦° و٢٢° مئوية في تموز.

يبدأ نطاق عريض من مناخ السهوب الأكثر جفافاً ذي الشتاء البارد على طول ساحل البحر الأسود، ويمتدّ في اتّجاه الشمال الشرقيّ عبر وادي الڤولچا الأسفل والأورال الجنوبيّة والجزء الجنوبيّ من سيبيريا الغربيّة. ويستمرّ هذا النطاق شرقاً في أحواض جبليّة منعزلة على طول حدود سيبيريا وأقصى روسيا الشرقيّة وفي السهل القوقازيّ الشماليّ.

الغطاء النباتيّ الطبيعيّ والتربة

تتوافق المناطق النباتيّة وأنواع الأتربة في روسيا مع المناطق المناخيّة في البلاد. ففي أقصى الشمال، ينمو غطاء نباتيّ من الأشنة والحزاز والجنبات الخفيضة حيث تكون درجات الحرارة الصيفيّة منخفضة، فلا تسمح بنموّ الأشجار. ويمتدّ الجَمَد السرمديّ (طبقة متجلّدة باستمرار على عمق متفاوت تحت سطح الأرض) في جميع أنحاء المنطقة. وتكون الأرض متجلّدة على عمق كبير، ولا تذوب في الصيف سوى طبقة سطحيّة رقيقة تؤمّن دعامة وغذاء محدودين للنباتات.

وتغطّي الغابات أكثر من خُمسَي الأراضي الروسيّة، ويقع القسم الأكبر منها في المنطقة الآسيويّة. وتشكّل هذه الغابات معاً حوالى ربع المساحة الحرجيّة الإجماليّة في العالم. وتنقسم المنطقة الحرجيّة الروسيّة إلى جزء شماليّ كبير، هو ما يُعرف بالغابة الشماليّة أو التّيجة، ومنطقة جنوبيّة أصغر مساحة، هي الغابة المختلطة.

تقع التّيجة جنوب التندرة؛ وهي تشغل الخُمسَين الشماليّين من روسيا الأوروبيّة، وتمتدّ لتغطّي معظم سيبيريا وأقصى روسيا الشرقيّة. وتغطّي القسم الأكبر من هذه المنطقة طبقةٌ من الجَمَد السرمديّ. وتتألّف منطقة التّيجة الشاسعة من الأشجار الصنوبريّة بشكل أساسيّ، ولكنّ الأشجار الصغيرة الأوراق، مثل البتولا والحور والحور الرجراج والصفصاف، تضفي في بعض المناطق شيئاً من التنوّع على الغابة. وتحتوي التّيجة على أكبر غابة صنوبريّة في العالم، وتضمّ هذه الغابة حوالى نصف الأشجار الطريّة الخشب في العالم. وفي الطرف الشماليّ الغربيّ من المنطقة الأوروبيّة، تطغى، في التّيجة، مجموعة متنوّعة من أشجار الصنوبر، لكنّ عدداً كبيراً من أشجار التّنّوب والبتولا وغيرها ينمو أيضاً في هذه المنطقة. إلى الشرق من سفوح الأورال الغربيّة، تبقى أشجار الصنوبر شائعة؛ لكنّ أشجار التّنّوب تصبح طاغية، وفي بعض المناطق نجد غابات مؤلّفة من أشجار البتولا وحدها. وتتألّف التيجة في المنخفض السيبيريّ الغربيّ من أنواع مختلفة من الصنوبر بشكل رئيسيّ، لكنّ شجر البتولا يصبح طاغياً على طول الأطراف الجنوبيّة للغابة. وفي القسم الأكبر من المرتفعات السيبيريّة الوسطى والجبال القائمة في أقصى المنطقة الشرقيّة، يصبح اللارّكس (شجر صنوبريّ معبل) طاغياً في الغابة.

وتكون الأشجار في أنحاء منطقة التيجة صغيرة عموماً ومتباعدة جدّاً. ونجد أيضاً مساحة هائلة من الأرض خالية من الأشجار، نظراً لسوء التصريف المحلّي؛ وفي هذه المناطق، تشكّل الأعشاب والجنبات السبخيّة الغطاء النباتيّ. وتكون تربة التيجة عموماً تربة بيضاء أو رماديّة Podzol غير خصبة ارتشح منها معظم المعادن الضروريّة لنموّ النبات بفعل الكميّة الهائلة من المياه الجوفيّة الحمضيّة.

وتشغل غابة مختلطة، تحتوي على أشجار صنوبريّة وأشجار معبلة عريضة الورق على حدّ سواء، الجزء الأوسط من السهل الأوروبيّ الشرقيّ من سان پيترسبورج في الشمال إلى الحدود مع أوكرانيا

في الجنوب. وتطغى الأشجار الصنوبريّة الدائمة الخضرة في الغابات المختلطة الشماليّة، بينما تطغى الأشجار العريضة الورق في الجنوب. والأنواع الرئيسيّة من الأشجار العريضة الورق التي تنمو في هذه الغابات، هي البلّوط أو السنديان والزّان والقَيْقَب والبيرية. ونجد غابة مماثلة مكوّنة من أنواع مختلفة إلى حدّ ما، في القسم الأكبر من أقصى روسيا الجنوبيّة الشرقيّة على طول وادي نهر أمور الأوسط، وفي الجنوب على امتداد وادي نهر أوسّوري. ونجد في منطقة الغابات المختلطة تربة حرجيّة سمراء – رماديّة أخصب من تربة التيجة الواقعة إلى الشمال، وقادرة على الإنتاج بشكل جيّد، إذا ما استُعملت فيها الطرق الزراعيّة المناسبة وسُمّدت بشكل كثيف.

إلى الجنوب، تتدرّج الغابة المختلطة عبر منطقة حرجيّة – سهبيّة ضيّقة قبل الإنتقال إلى منطقة السهوب الحقيقيّة. للمنطقة الحرجيّة – السهبيّة غطاء نباتيّ طبيعيّ مؤلّف من الأعشاب مع بعض المجموعات المبعثرة من الأشجار، لكنّها أصبحت اليوم أراضي زراعيّة في معظمها. يصل متوسّط عرض هذه المنطقة إلى حوالى ١٥٠ كيلومتراً، وهي تمتدّ شرقاً عبر وادي نهر الڤولجا الأوسط وجبال الأورال الجنوبيّة إلى داخل المناطق الجنوبيّة من المنخفض السيبيريّ الغربيّ. ونجد مساحات منعزلة من هذه المنطقة في الأحواض الجنوبيّة الواقعة بين جبال سيبيريا الشرقيّة.

تشكّل السهوب الحقيقيّة، وهي خليط من الأعشاب مع بعض الشجيرات الخفيضة في الوديان المحميّة، الغطاء النباتيّ الطبيعيّ للمنطقة التي تشمل النصف الغربيّ من السهل القوقازيّ الشماليّ وقطاعاً طويلاً وضيّقاً من الأرض يمتدّ شرقاً عبر وادي الڤولجا الجنوبيّ وجبال الأورال الجنوبيّة وأجزاء من سيبيريا الغربيّة. وعلى غرار المنطقة الحرجيّة – السهبيّة، أصبحت السهوب أراضيَ زراعيّة في معظمها.

تتمتّع المنطقة الحرجيّة – السهبيّة ومنطقة السهوب بتربة خصبة وتشكّلان معاً منطقة، تُعرف بحزام الأرض السوداء، هي المركز الزراعيّ الرئيسيّ في روسيا. وتتميّز المنطقة الحرجيّة – السهبيّة بتربة سوداء غنيّة بالدُّبال (مادة عضويّة متحلّلة لها خواص السماد) وتحتوي على المقادير المناسبة من المعادن لزراعة معظم المحاصيل. ويتوفّر للمنطقة الحرجيّة – السهبيّة كميّة أكبر من الماء أثناء موسم النموّ نسبة للسهوب، وهي تشكّل بالتالي أفضل منطقة زراعيّة في روسيا. وليست تربة السهوب، المعروفة بالتربة السهبيّة السمراء، غنيّة بالدبال بقدر التربة السوداء الموجودة في الشمال، لكنّها غنيّة جدّاً بالمعادن.

الموارد المعدنيّة

تحتوي روسيا على أكبر كميّات احتياطيّة من الموارد المعدنيّة في العالم. ولكن بالرغم من وفرتها، يتطلّب أحياناً استخراج هذه المعادن كلفة باهظة، نظراً لوجودها في أماكن بعيدة تسودها شروط جغرافيّة ومناخيّة قاسية.

تتميّز روسيا بغناها بالمحروقات المعدنيّة بوجه خاصّ. وتشير التقديرات إلى أنّ الجمهوريّة تملك حوالى نصف احتياط الفحم المحتمل في العالم، وتضمّ أراضيها على الأرجح أكبر احتياط نفطيّ بين دول العالم. تنتشر تراكمات الفحم بشكل واسع في أنحاء البلاد؛ وتقع أكبر المناجم في سيبيريا الغربيّة ومنطقة الڤولجا – الأورال. إلّا أنّ مناجم أصغر حجماً توجد أيضاً في أنحاء أخرى كثيرة من البلاد. وتقع تراكمات الغاز الطبيعيّ الرئيسيّة على طول ساحل المحيط المتجمّد الشماليّ في سيبيريا وفي شمال القوقاز وفي جمهوريّة كومي في روسيا الشماليّة الغربيّة. وتقع التراكمات الرئيسيّة لأركزة الحديد في منطقة الشذوذ المغنطيسيّ في كورسك، على مسافة متساوية بين موسكو وأوكرانيا؛ وتوجد أيضاً تراكمات صغيرة مبعثرة في أنحاء البلاد. وتنتشر في أنحاء جبال الأورال تراكمات صغيرة من المنغنيز. ونجد أيضاً كميّات كافية أو حتى وافرة من المعادن الممزوجة بالحديد، مثل النيكل والتنجستين والكوبلت والمولبيدينوم.

وتملك روسيا أيضاً كميّات من معظم المعادن غير الحديديّة، باستثناء الألومنيوم الذي يشكّل أحد أهمّ المعادن غير المتوفّرة بكميّات مقبولة في البلاد. وتوجد أركزة الألومنيوم بشكل رئيسيّ في جبال الأورال وشمال غرب روسيا الأوروبيّة وجنوب شرق سيبيريا. من ناحية أخرى، يتوفّر النحاس بكميّات كبيرة تتوزّع في جبال الأورال ومنطقة نوريلسك في سيبيريا الشرقيّة وشبه جزيرة كولا. كما أصبحت تراكمات كبيرة، شرق بحيرة بايكال، قابلة للإستغلال تجاريّاً عندما انتهى انشاء سكّة حديد بايكال – أمور الحاكميّة في ١٩٨٩.

وتتوفّر أركزة الرصاص والزنك بكميّات كبيرة (وغالباً ما توجد مع النحاس والذهب والفضّة ومجموعة منوّعة من المعادن النادرة) في شمال القوقاز وأقصى روسيا الشرقيّة والحافّة الغربيّة لحوض كوزنتسك في سيبيريا. وتملك روسيا أحد أكبر احتياطات الذهب في العالم، ولا سيّما في أقصى روسيا الشرقيّة وسيبيريا وجبال الأورال. وقد وُجدت تراكمات من الزئبق في منطقة شوكوتكا في المنطقة الشماليّة الشرقيّة من روسيا. وتوجد أيضاً تراكمات كبيرة من الأسبستوس في جبال الأورال الوسطى والجنوبيّة وفي سيبيريا الشرقيّة.

وتتوفّر أيضاً في روسيا كميّات كبيرة من الموادّ الخام المستعملة في الصناعات الكيميائيّة. وتشمل هذه الخامات تراكمات من أملاح البوتاسيوم والمغنسيوم في مقاطعة نهر كاما في جبال الأورال الغربيّة. ويوجد في شبه جزيرة كولا بعض أكبر تراكمات الأپاتيت في العالم (والأپاتيت ركاز يُستخرج منه الفوسفات)؛ ونجد أنواعاً أخرى من خامات الفوسفات في أماكن أخرى من البلاد. يوجد الملح الصخريّ العاديّ في جبال الأورال الجنوبيّة الغربيّة وجنوب غرب بحيرة بايكال. وتأتي تراكمات الملح السطحيّة من البحيرات المالحة على طول وادي الڤولجا الأسفل. وتحتوي جبال الأورال أيضاً على الكبريت. ويوجد حجر الكلس ذو النوعيّة الجيّدة، المستعمل لصنع الإسمنت، في أماكن كثيرة من البلاد، وبشكل خاص قرب بيلجورود في وسط روسيا الأوروبيّة وفي تلال جيجولي في الجزء الأوسط من وادي نهر الڤولجا.

الزراعة

روسيا هي من أكبر المنتجين العالميين للقمح والشعير والشوفان والجاودار. تشمل المحاصيل الهامّة الأخرى في روسيا البسلّة الجافّة والذرة والدُّخن والحنطة السوداء والأرزّ وفول الصويا. وتُزرع أيضاً بشكل انتشاريّ أنواع مختلفة من فاكهة المناطق المعتدلة، مثل التفّاح والإجاص والكرز. وفي أقصى الشمال، يشكّل رعي الرنّة نشاطاً رئيسيّاً عند الشعوب الأصليّة.

ويقع معظم الأراضي الزراعيّة في البلاد في ما يُعرف بالمثلّث الخصيب، الذي تقع قاعدته على طول الحدود الغربيّة، وتمتدّ من بحر البلطيق إلى البحر الأسود؛ ويضيق المثلّث تدريجيّاً باتجاه الشرق إلى جبال الأورال الجنوبيّة، حيث يصبح شقّة بعرض ٤٠٠ كيلومتر تقريباً تمتدّ عبر الأطراف الجنوبيّة الغربيّة لسيبيريا. إلى الشرق من جبال ألتاي، لا تمارَس الزراعة إلّا في الأحواض الجبليّة المنعزلة على طول الأطراف الجنوبيّة لسيبيريا وأقصى المنطقة الشرقيّة. وتحتاج المناطق الواقعة خارج هذا المثلّث الخصيب إلى إدخال بعض التغييرات والتعديلات من قِبل الإنسان لتصبح ملائمة لزراعة المحاصيل. في الشمال، يكون موسم النموّ قصيراً جدّاً لولا استعمال البيوت الزجاجيّة أو البلاستيكيّة. أمّا في الجنوب، فتحتاج الزراعة إلى الريّ نظراً لجفاف المناخ. أُقيم الكثير من منشآت الريّ على طول نهر كوبان وغيره من الأنهار، في جنوب روسيا الأوروبيّة، لمساعدة الزراعة في تلك المنطقة.

الحراجة

تضمّ روسيا حوالى خُمس غابات العالم وحوالى نصف غابات العالم الصنوبريّة، وهي إحدى أكبر الدول المنتجة للأخشاب وللمنتجات الخشبيّة. ويتألّف القسم الأكبر من الخشب الذي تنتجه روسيا من الخشب الطريّ، وخصوصاً من ضروب من الصنوبر والتنّوب واللارِكس. وتشكّل شجرة البتولا أهمّ شجرة تجاريّة ذات خشب صلب. ويُستعمل حوالى خُمس الخشب المقطوع كحطب للوقود، ويُستعمل خُمس آخر في شكله الخام لعواميد الهاتف والأكواخ الخشبيّة وغيرها من الإستعمالات. وتُنتَج الأخشاب بشكل رئيسيّ في شمال غرب روسيا الأوروبيّة، وجبال الأورال الوسطى، وسيبيريا الجنوبيّة قرب السكّة الحديديّة عبر سيبيريا، وجنوب شرق روسيا.

قُطعت الأشجار التي يسهل الوصول إليها والتي تعطي أخشاباً جيّدة بشكل كثيف، أثناء الفترة السوڤياتيّة. وقد أصبحت أنواع الأشجار الأقلّ نفعاً طاغية في الكثير من المناطق التي كانت، في الماضي، أراضيَ حرجيّة من النوعيّة الممتازة. وتقع الغابات المتبقّية في مناطق يصعب الوصول إليها في سيبيريا وشمال روسيا الأوروبيّة. وتحتوي هذه الغابات، لا سيّما غابات سيبيريا، على نسبة عالية من اللارِكس، وهو نوع يتطلّب جهداً كبيراً وكلفة مرتفعة ليصبح صالحاً للإستعمال، وذلك بسبب كثافته العالية ومحتواه المرتفع من الراتينج. ولم يحقّق استغلال غابات اللارِكس التي يصعب الوصول إليها أرباحاً مقبولة، نظراً للصعوبات المختلفة في القطع والنقل وتحضير زنود الخشب من اللارِكس. إلّا أنّ التحسينات التكنولوجيّة وتغيّر سوق الخشب العالمي قد يجعلان استغلال غابات اللارِكس ممكناً اقتصاديّاً.

صيد الأسماك

تحتلّ روسيا مرتبة متقدّمة بين دول العالم في قطاع صيد الأسماك. ولطالما كان السمك مصدراً هامّاً للبروتين في النظام الغذائيّ الروسيّ. وقد تركّز صيد الأسماك تاريخيّاً في البحار المتاخمة وفي البحيرات والأنهار. ولكن، في بضع عشرات السنين الماضية، قامت الحكومة بجهد كبير لتوسيع أنشطة الصيد؛ وبدأت الأساطيل السوڤياتيّة بالعمل في معظم المناطق من محيطات العالم، وبوشر بتربية الأسماك في البرك المنشأة للحدّ من الإنحتات وفي خزّانات وقنوات الريّ في المناطق الريفيّة. وقد أنتجت المسامك (ج: مَسْمَك: موطن يُصاد فيه السمك) البحريّة القسم الأكبر من هذا الصيد. وجاء الصيد الداخليّ من بحرَيْ أزوف وقزوين والبحر الأسود، وهي جميعها بحار مياه مالحة، إضافة إلى أجسام المياه العذبة من بحيرات وأنهار وأحواض وبرك.

ويُعتبر حَفْش البالوجا أبرز أنواع الأسماك التجاريّة الداخليّة، ويعيش في الجزء الشماليّ من بحر قزوين. وتشكّل هذه الأسماك المصدر الرئيسيّ للكاڤيار في العالم، ويمكنها أن تعيش حتى عمر المئة وتبلغ وزناً يصل إلى ١.٥ طن متريّ. وتُنتج كلّ أنثى حوالى ٢٥ كيلوغراماً من الكاڤيار (بيض السمك) الثمين.

ويأتي حوالى ٢٥٪ من مَصيد الأسماك الروسيّ من شمال الأطلسي والمحيط المتجمّد الشماليّ. ويتّخذ قسم كبير من أسطول الصيد في الأطلسي قواعده في مرافىء بحر البلطيق. وكالينينجراد هو أكبر مرفأ روسيّ للصيد على بحر البلطيق؛ ومن المرافىء المهمّة الأخرى على بحر البلطيق: هناك سان بيترسبورج الواقع على خليج فنلندا. وتشكّل الرِّنكة والإسْبَرْط النوعين التجاريّين الرئيسيّين اللذين يتمّ اصطيادهما في بحر البلطيق. أمّا على الساحل الغربيّ للمحيط المتجمّد الشماليّ، فأكبر مرفأين

للصيد هما مورمانسك وأركانجلسك. ويتوزع الكثير من مرافىء الصيد على سواحل البحر الأسود وبحري أزوف وقزوين في الجنوب؛ ومن أبرز مرافىء الصيد الداخلية، نذكر مرفأ أستراكان قرب بحر قزوين.

يؤخذ حوالى ٦٠٪ من الصيد الروسيّ من المحيط الهادىء والبحار المتفرعة عنه، بما فيها بحر بيرينج. وتشكّل ڤلاديڤوستوك أكبر مرفأ للصيد وأكبر مركز لتحضير السمك وتصنيعه، في المنطقة الواقعة على المحيط الهادىء؛ ويتوزّع الكثير من مرافىء الصيد الأخرى على طول ساحل البرّ الرئيسي، كما على جزيرة ساكالين. ونظراً لمياهه الباردة، يشكّل بحر أوخوتسك أحد أغنى مواطن صيد السمك الروسيّ. ويشتهر هذا البحر بشكل خاص بسمك السلمون، لكنّ سرطان كامتشاتكا يتمتّع أيضاً بشهرة عالميّة. وتشمل الأنواع الشائعة الأخرى التي يتمّ اصطيادها في الهادىء سمك الرُّنكة والسمك المفلطّح والهِفّ والإشقُمري والقُدّ، إضافة إلى الثدييات البحرية كالفَظّ والفقمة.

التعدين

يشكّل التعدين قطاعاً أساسياً في الإقتصاد الروسيّ، ويؤمّن سلعاً مهمّة للتصدير. تتميّز الموارد المعدنيّة في روسيا بتنوّعها ووفرتها وحسن تنميتها. وتملك روسيا احتياطات ضخمة من الخامات المولّدة للطاقة مثل النفط والفحم والغاز الطبيعي. ولسنوات كثيرة استخرجت روسيا ما يكفي من الخامات لتلبية الحاجات المحليّة، وتأمين الخامات للدول الواقعة ضمن منطقة نفوذها الإقتصاديّ، والتصدير إلى الدول الصناعيّة الغربيّة للحصول على العملات الصعبة التي تحتاج إليها. لكنّ إنتاج المواد المولّدة للطاقة تراجع في التسعينات لأنّ الحقول الموجودة أُخذت بالنفاد، ولم تتوفّر لروسيا الأموال اللازمة لاستغلال تراكمات جديدة، يقع معظمها في مناطق يصعب الوصول إليها من سيبيريا. إنخفض إنتاج النفط وتراجع إنتاج الفحم، ولم ينخفض إنتاج الغاز الطبيعيّ إلّا بنسبة ضئيلة. تقع حقول النفط الرئيسيّة في سيبيريا الغربيّة وفي منطقة الأورال – الڤولجا وفي شمال القوقاز والجزء الشماليّ من جزيرة ساكالين. وتقع المصادر الرئيسيّة للغاز الطبيعيّ بجوار المصادر الرئيسيّة للنفط: في سيبيريا الغربيّة ومنطقة الأورال – الڤولجا وشمال القوقاز. وأهمّ المناطق المنتجة للفحم الصلب هي حوض كوزنتْسك في سيبيريا الغربيّة وحوض پيتشورا في شمال شرق روسيا الأوروبيّة. أمّا المناطق الرئيسيّة لاستخراج اللينيت، أو الفحم البنّي، فهي حوض كانْسك – أتشنسك في سيبيريا وحوض موسكو. وتوجد مناجم فحم أقلّ أهميّة في مناطق مختلفة من سيبيريا، حيث تبقى احتياطات هائلة من الفحم غير مستغَلّة إلى حدّ بعيد، مثل حوض تونجوسْكا، الذي يغطّي القسم الأكبر من سيبيريا الوسطى.

تحتل روسيا مرتبة متقدّمة بين الدول المصدّرة لخامات الحديد، ويحصل القسم الأكبر من الإنتاج في منطقة الشواذ المغنطيسيّ في كورسك في جنوب وسط روسيا. وتصدّر روسيا أيضاً كميّات كبيرة من النحاس والنيكل. وتقع مناجم النحاس والنيكل الرئيسيّة في جبال الأورال، مع وجود تراكمات كبيرة من النيكل في شبه جزيرة كولا قرب مورمانسك. وتحتل روسيا مرتبة متقدّمة جداً بين البلدان المنتجة للذهب، الذي يُستخرج من جبال الأورال وسيبيريا الغربيّة وسيبيريا الشرقيّة في وادي نهر لينا. وتنتج روسيا أيضاً كميّات كبيرة من الماس؛ ويقع معظم مناجم الماس الروسيّة في جمهوريّة ياكوت (ساكا) في شمال شرق سيبيريا. وتقع تراكمات البوكسيت، بشكل رئيسيّ، في جبال الأورال وشمال غرب روسيا الأوروبيّة قرب سان پيترسبورج. وتوجد تراكمات أقلّ أهميّة في سيبيريا الغربيّة قرب كيميروڤو وفي أقصى المنطقة الشرقيّة، قرب مصبّ نهر أمور. يُستخرج القصدير من شمال شرق سيبيريا، والرصاص والزنك من سيبيريا وأقصى المنطقة الشرقيّة. وتقع تراكمات المنغنيز في جبال الأورال وسيبيريا الغربيّة وأقصى المنطقة الشرقيّة.

الصناعة

جرى تعزيز الصناعة الثقيلة وتقديمها على كافّة القطاعات الأخرى، مع التركيز على صناعة الآلات والأدوات المعدنيّة لأنها توفّر الوسائل لزيادة الإنتاج. وتنتج هذه الصناعات منتجات منوّعة تتراوح من الأدوات الدقيقة وأجهزة الكومبيوتر إلى جميع أنواع الآلات الصناعيّة وتجهيزات النقل والإتصال والآلات الزراعيّة وتجهيزات التعدين والمركبات الفضائيّة. وحظي أيضاً الإنتاج الصناعيّ المخصّص للدفاع القوميّ بالأولويّة في الخطط السوڤياتيّة. تتمتّع الصناعات الروسيّة بدرجة عالية من التقدّم التكنولوجيّ في بعض المجالات مثل التكنولوجيا الفضائيّة الجويّة، لكنّ المستوى الإجمالي للتكنولوجيا يبقى تحت مستويات الدول الصناعيّة الكبرى الأخرى. وتقع معظم الصناعات التي تهتمّ بانتاج الآلات في المدن الكبرى لأنّها تحتاج إلى عدد كبير من اليد العاملة.

في أواخر العشرينات، بدأت الحكومة السوڤياتيّة بالتخطيط لتصنيع الإتّحاد السوڤياتيّ، وأولت اهتماماً خاصّاً للمواقع الجغرافيّة التي ستُنشأ فيها المجمّعات الصناعيّة الكبيرة. وفي بادىء الأمر، تركّزت المؤسّسات الصناعيّة السوڤياتيّة التي أُنشئت في روسيا في منطقة موسكو ومنطقة سان پيترسبورج. وفي الوقت نفسه، بدأ العمل على إيصال الطاقة الكهربائيّة إلى مناطق في جبال الأورال معروفة باحتوائها على احتياطات ضخمة من الفحم والخامات، وبدأ التخطيط لتزويد مناطق عدّة من سيبيريا بالطاقة الكهربائيّة. ومع تقدّم التخطيط الإقتصاديّ وازدياد المناطق المزوّدة بالطاقة الكهربائيّة، أقيمت تجمّعات صناعيّة هائلة للإستفادة إلى أقصى حدّ من هذه الموارد الطبيعيّة. وبنتيجة ذلك، ازداد الإنتاج في المناطق الشرقيّة. وتحقّق هذا التوسّع الهام عن طريق تنمية المناطق الصناعيّة الشرقيّة الجديدة بدلاً من خفض إنتاج المراكز القديمة؛ وقد استمرّت المناطق الصناعيّة القديمة بالفعل في زيادة إنتاجها.

وتتركّز اليوم صناعة تجهيزات النقل في وسط روسيا الأوروبيّة. ويتمّ إنتاج قاطرات السكّة الحديديّة في كولومنا وموروم وليودينوڤو، وهي تقع جميعها قرب موسكو. وتُصنّع حافلات السكّة الحديديّة في كالينين (تڤير) شمال غرب موسكو، وبريانْسك جنوب غرب موسكو. ويبني مصنع كبير في حوض مينوسينسك في سيبيريا الشرقيّة حافلات القطار لصالح سكّة حديد عبر سيبيريا وسكّة حديد بايكال – أمور الحاكميّة Baikal-Amur Magistral (BAM) . وتُصنّع حافلات القطار النفقيّ في ميتيشّي، إحدى ضواحي موسكو الشماليّة؛ وتشكّل انجلز، في وادي الڤولجا، المركز الرئيسيّ لصناعة أوتوبوسات الترولّي.

ويقع أكبر مركز لبناء السفن في سان پيترسبورج على بحر البلطيق. وتتوزّع المسافن (ج: مَسْفَن: موضع تُبنى فيه السفن أو تُرمّم) الأصغر حجماً في كالينينجراد على بحر البلطيق. وأركانجلسك على البحر الأبيض، وفي بعض المرافىء على ساحل الهادىء. ويُبنى معظم المراكب النهريّة في حوض الڤولجا – كاما. ويقع أقدم وأكبر مَسْفَن لبناء السفن النهريّة في مدينة جوركي (نيجني نوڤجورود)؛ وتقع مصانع أخرى لبناء المراكب النهريّة في موسكو وأندروپوڤ (ريبينسك) وكوستروما على الجزء الأعلى من نهر الڤولجا.

تبقى صناعة السيارات محدودة في روسيا لأنّ الحكومة السوڤياتيّة لم تعطِ المركبات السيّارة الأهميّة نفسها التي أولتها للسكك الحديديّة وغيرها من وسائل النقل؛ إلّا أن روسيا تملك عدّة مصانع كبيرة للسيّارات والشاحنات. وكان إنشاء مصنع الڤولجا للمركبات السيّارة في تولياتي في شرق روسيا الأوروبيّة أكبر مشروع بناء في الإتّحاد السوڤياتيّ السابق.

ويشكّل صنع الآلات الزراعيّة صناعة كبيرة في روسيا. وقد كان الإتّحاد السوڤياتيّ السابق أكبر منتج للجرّارات في العالم ومصدّراً هامّاً لها. ويقع معظم مصانع الإنتاج الرئيسيّة في روسيا الأوروبيّة، في ڤولجوجراد وڤلاديمير وبريانْسك وليپيتسك. وتشكّل أيضاً تشيليابنسك في جبال الأورال وروبتسوڤسك في سيبيريا مركزَي إنتاج كبيرين، وتُنتج الحصّادات الدرّاسات الذاتيّة الحركة وغيرها من الآلات الزراعيّة في روستوڤ.

ويشكّل النسيج أحد منتجات روسيا الهامّة. وقد تركّز القسم الأكبر من الطاقة الإنتاجيّة في هذا المجال في مدن موسكو وإيڤانوڤو وكوستروما وكالينين (تڤير) وڤلاديمير الروسيّة، حيث تأسّست صناعة النسيج منذ أكثر من قرن. وقد كان الإتّحاد السوڤياتيّ السابق أكبر منتج عالميّ لنسيج الكتّان وغزل الصوف وهو من أكبر المنتجين لنسيج الحرير الطبيعيّ. وكان أيضاً في طليعة الدول المنتجة لخيوط الرايون والأسيتات. وكانت البلاد، بوجه العموم، متخلّفة عن بقيّة العالم المتطوّر في تكنولوجيا الخيوط التركيبيّة والپلاستيك.

وكانت روسيا تقليديّاً منتجاً كبيراً للسلع الجلديّة، وقد نمّت الحكومة هذه الصناعة إلى حدّ بعيد ووسّعت إنتشارها.

وتشكّل الصناعات الغذائيّة قطاعاً صناعيّاً مهمّاً آخر في روسيا. في بادىء الأمر، بُنيت المطاحن في المناطق الرئيسيّة المنتجة للحبوب، ولكنّ المطاحن الجديدة أنشئت عموماً في المناطق التي تشهد كثافة سكّانيّة عالية. ويتمّ تعليب أو حفظ جزء كبير من الفواكه والخضر في المناطق التي تُزرع فيها، لأنّ خدمات النقل والتبريد غير كافية أو مناسبة لنقل المنتجات الطازجة على مسافات كبيرة.

وبوجه العموم، انخفض الإنتاج الصناعيّ في روسيا بدرجة كبيرة في الأعوام القليلة الماضية.

الطاقة

روسيا هي البلد الكبير والمتطوّر الوحيد في العالم الذي يملك كميّات كافية من الطاقة. فهي لا تتمتّع فقط بالإكتفاء الذاتيّ في إنتاج المحروقات المعدنيّة، بل تصدّر أيضاً كميّات ضخمة منها. شكّل الفحم حتى العام ١٩٥٥ القسم الأكبر من إنتاج الطاقة في روسيا، ولكن بعد هذا التاريخ حدث تحوّل تدريجيّ إلى النفط والغاز الطبيعيّ. وفي السبعينات، أصبح النفط والغاز الطبيعيّ المصدرين الرئيسيّين للطاقة في البلاد.

وتشكّل الطاقة الكهربيمائيّة والطاقة النوويّة مصدرين آخرين هامّين للطاقة في روسيا. وتتمتّع روسيا بموارد ضخمة من القوّة المائيّة، التي تؤمّن حوالى ١٥٪ من مجمل الإنتاج الكهربائيّ السنويّ. وقد أنشئت محطّات كبيرة لتوليد الطاقة الكهربيمائيّة على الأنهار الكبيرة في روسيا الأوروبيّة، وأبرزها على نهرَي الڤولجا والدون. إلّا أنّ أكبر المنشآت الكهربيمائيّة تقع على الأنهار العظيمة في سيبيريا، ولا سيّما على نهرَي ينيسي وأنجارا. ويقع العدد الأكبر من المفاعلات النوويّة في روسيا الأوروبيّة. وتعتمد أكبر مدينتين في البلاد، موسكو وسان پيترسبورج، على الطاقة النوويّة. وقد دفعت حادثة تشرنوبيل في أوكرانيا العام ١٩٨٦ المسؤولين الروس إلى التخلّي عن الخطط الموضوعة لزيادة القدرة النوويّة إلى حدّ بعيد، لكنّ الحكومة الروسيّة نقضت هذا القرار في العام ١٩٩٢، وأعلنت عن خطط لزيادة إنتاج الطاقة النوويّة في البلاد.



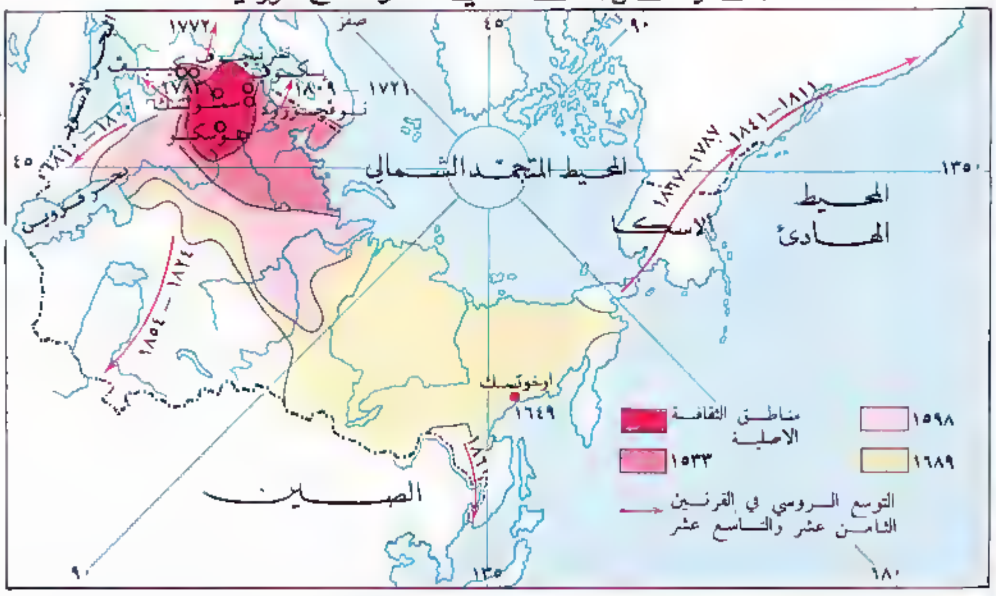
المقياس ١ : ٢٠٠٠٠٠٠٠

خريطة رقم ٤٣

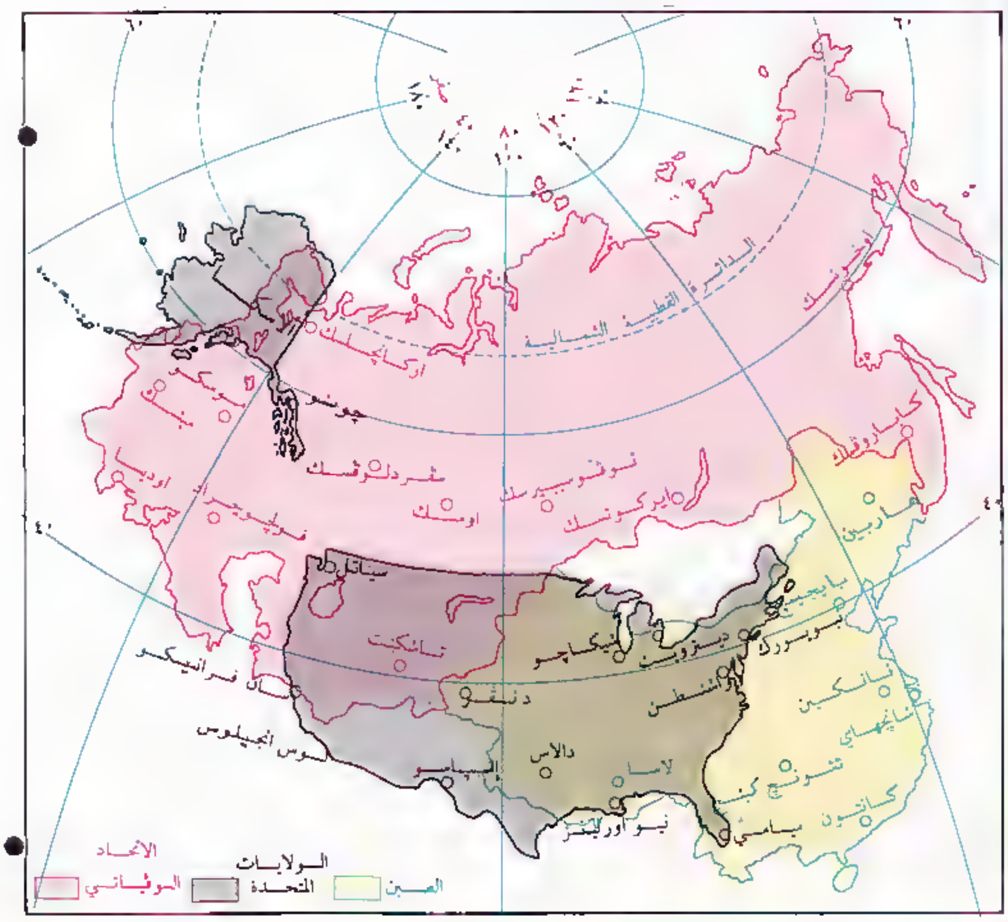


جزر سبيتسبرج
(سفالبارد)
الشـــمالي
أرض فرنسوا جوزيف
بحر بارنتس
نوفايا زمليا
(الأرض الجديدة)
بحر كارا
فنلندا
خليج بوتنيا
مق. كاريليا
تركستان الشرقية
افغانستان
كابول
مشهد
كابول

المراحل المتتالية للتوسع الروسي



مقارنة المساحة بين كل من: الإتحاد السوفياتي السابق - الولايات المتحدة والصين



الإتحاد السوفياتي السابق: المواصلات الجوية والنهرية

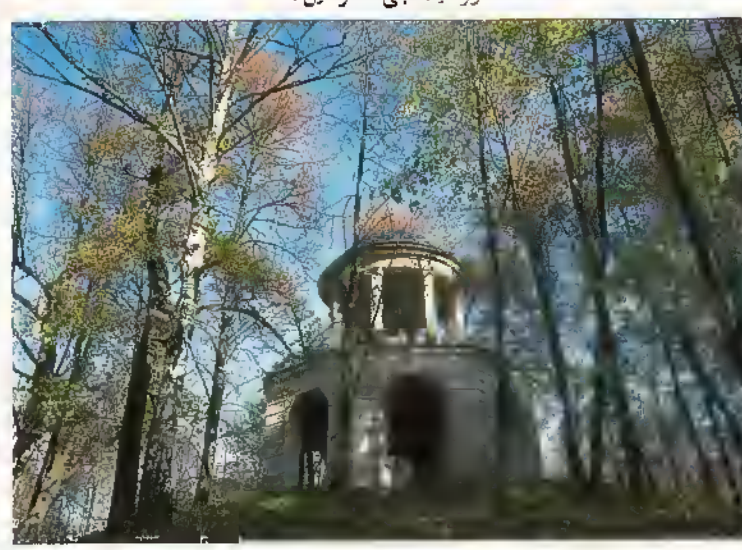




روسيا: دير اندرونيكوف.



روسيا: مبنى الكرملين.

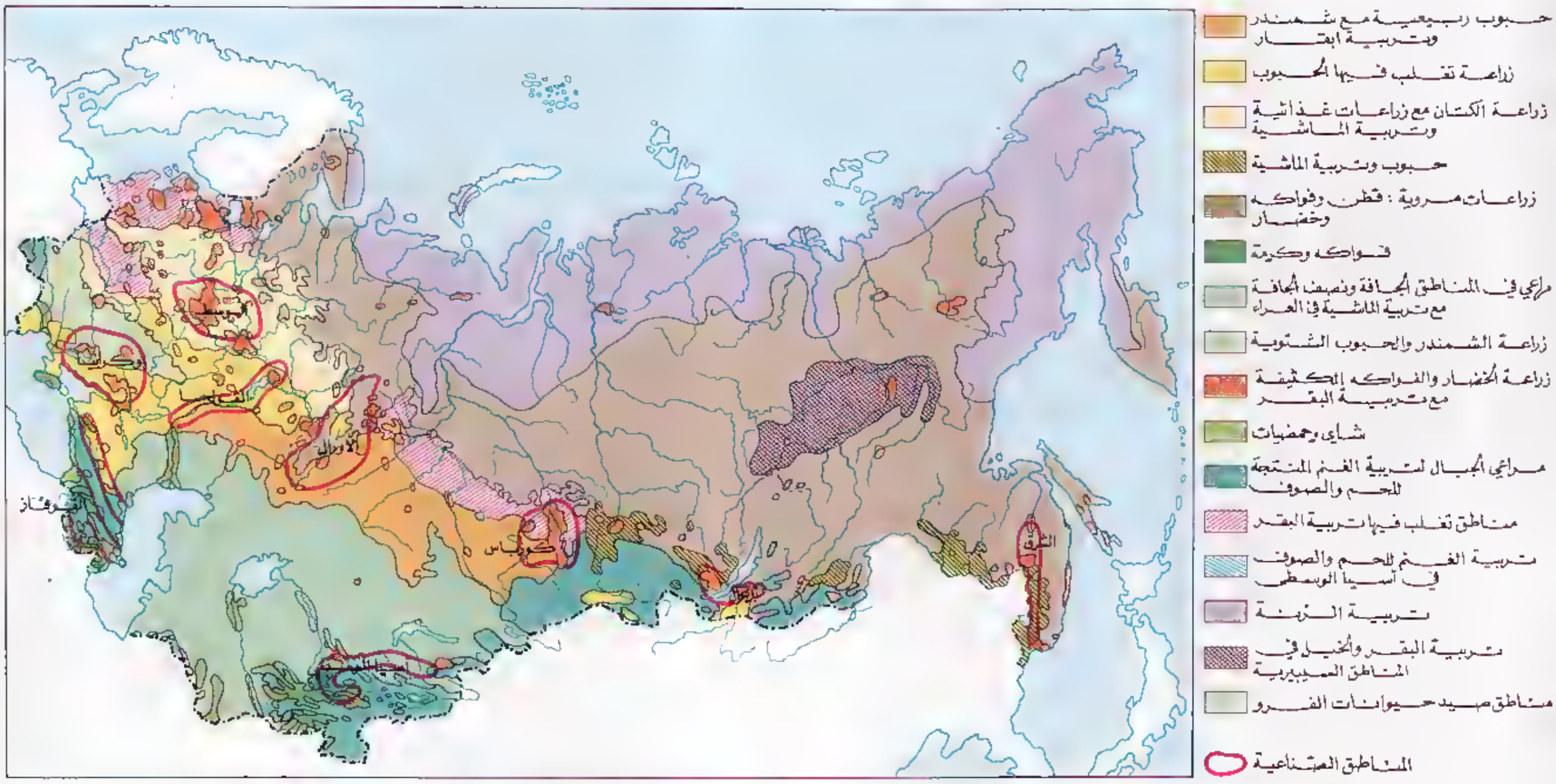


روسيا: منتزه كوسكوفو.



روسيا: الساحة الحمراء.

الإتحاد السوفياتي السابق: المناطق الزراعية والصناعية





تقع «التيجة» في جنوبي التندرة، وهي منطقة غابات صنوبرية شاسعة، غنية بثروتها المنجمية والخشبية الهائلة. المنطقة صعبة الإختراق لكثافة المستنقعات المنتشرة على طول الغابة، خصوصاً في المنطقة السيبيرية منها.



روسيا: المنتزه في موسكو.



روسيا: محمية كوسكوفو.



روسيا: التزلج على الجليد في ساحة الكنيسة.



أقصى شمالي روسيا منطقة ذات مناخ قارس جداً إلى درجة أنّ الأرض نفسها تجلد لفترة طويلة. في هذه المنطقة، تنعدم الأشجار ولا ينبت سوى أعشاب التندرة. السكان قليلو العدد، ووسيلة النقل الوحيدة هي الرنّة التي تعطي الحليب واللحم والجلد. هنا، منظر لقافلة من الزلّاجات تجرّها الرنّة. وفي أعلى الرسم، نموذج عن أعشاب المنطقة.



روسيا: تجمّع في شارع أربات في موسكو.



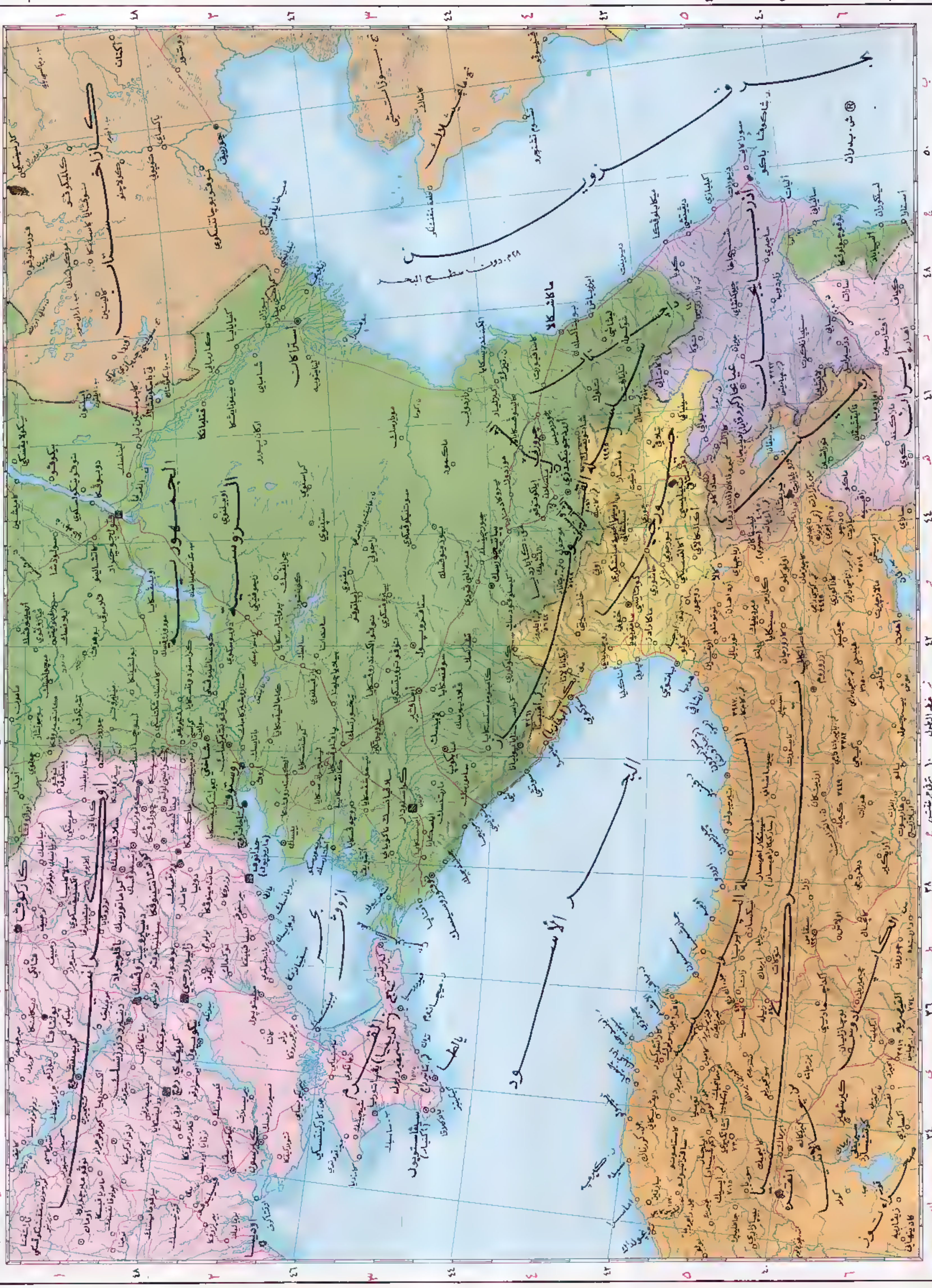
روسيا: تمثال لعامل في تعاونية جماعية.



روسيا: الغابات.



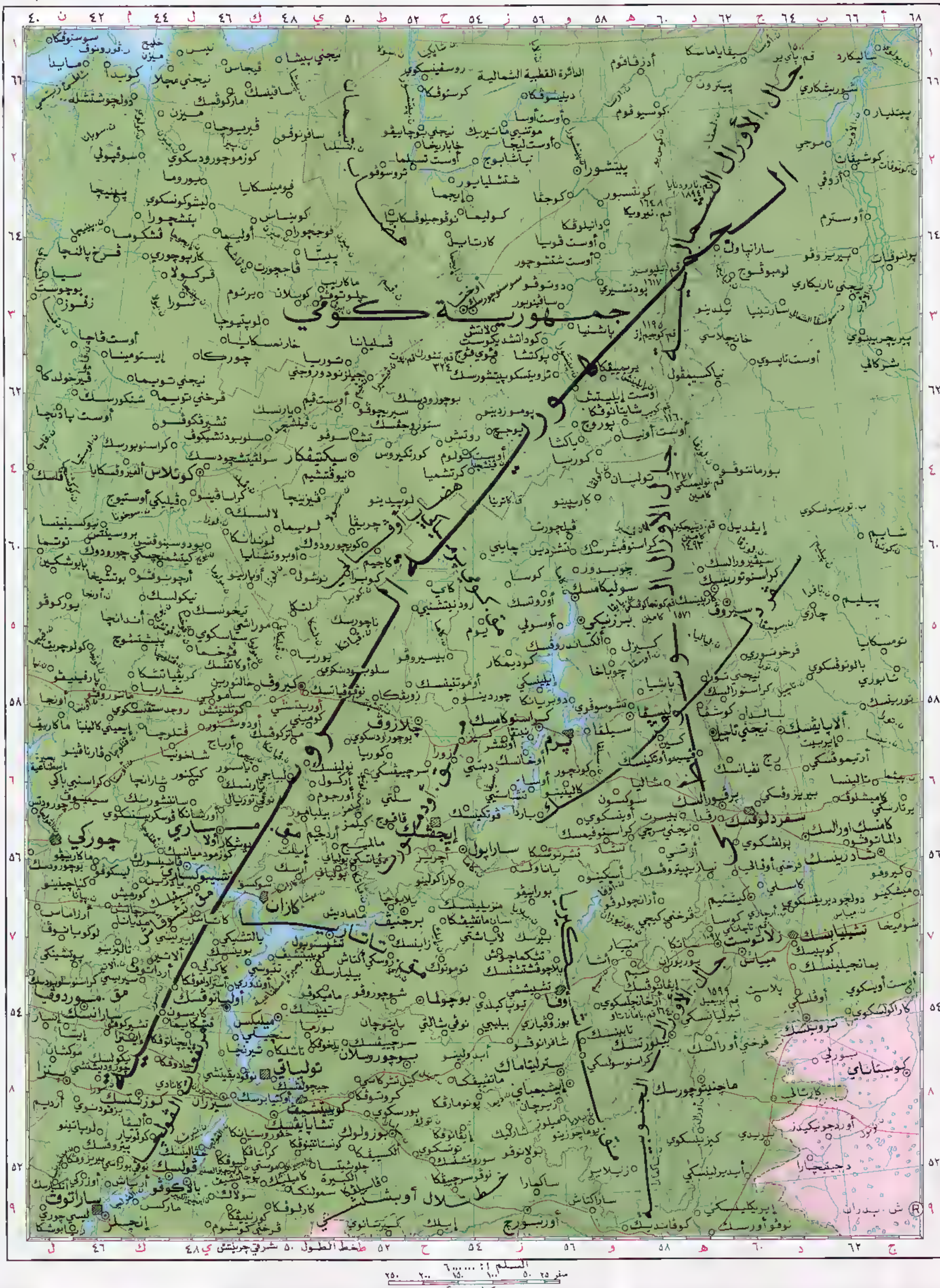
روسيا: تعاونية روسية.


بحر قزوين
البحر الأسود



السلم ١ : ٦٠٠٠٠٠٠

ميل ٢٥ ٥٠ ١٠٠ ١٥٠ ٢٠٠ ٢٥٠

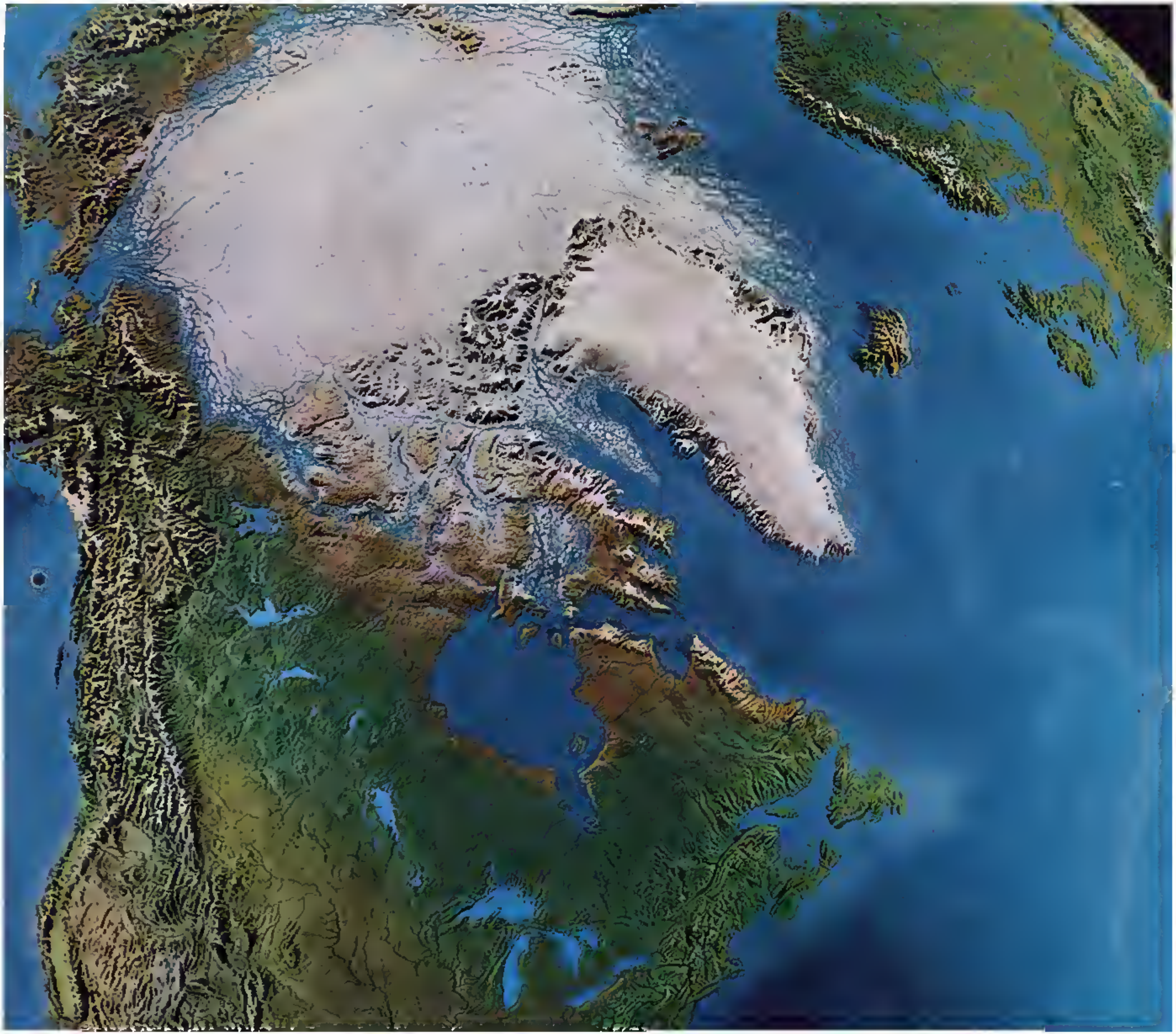

جمهورية كومي
جبال الأورال
الأورال الشمالية
الدائرة القطبية الشمالية
كيروف
بيرم
سفردلوفسك
إيجفسك
كازان
أوفا
تشيلياسك
زلاتوست
تولياتي
أورنبورج
سيكتيفكار
كوستاناي
خط الطول ٥٠ شرقي جرينتش
السلم ١ : ٦٠٠٠٠٠٠
كيلومتر

أمُيركا الشمَاليّة





کندا: شلّالات نیاچارا



أميركا الشمالية

أمريكا الشمالية هي ثالث أكبر قارة بين قارات العالم السبع، وتشمل كندا (ثاني أ… والولايات المتحدة (رابع أكبر بلد في العالم) والمكسيك (الثالث عشر). وتضم القارة أيـ… ومقاطعتا سان بيير وميكلون الفرنسية الصغيرة الواقعة عبر البحار، وبرمودا التابعة لبريطانيا في المحيط الأطلسي). تحتل الولايات المتحدة المرتبة الرابعة، والمكسيك المرتبة الحادية عشـ… السكان. كندا والولايات المتحدة هي دول متطورة اقتصادياً حديثاً تطوراً تكنولوجياً و… تكنولوجياً من حيث [illegible]، تحوي بعض أكبر تراكمات النفط والغاز الطبيعي في العالم.

تشكل أمريكا الشمالية مع أمريكا الوسطى وأمريكا الجنوبية نصف الكرة الغربي من ا… على أنها تضم أمريكا الوسطى وجزر الأنتيل والباهاما. تشتق اسم أمريكا من اسم الرحالة … يكون أول الرسم البياني لأمريكا الشمالية في العامين ١٤٩٧ و١٤٩٨.

البيئة الطبيعية

تتشكل أمريكا بشكل شبه مثلث، ويقع أقصى اتساع لها في الشمال. يقع القسم الأكبر … للمنطقة البعيدة عن خط الاستواء، مع وجود جزء شمالي كبير في منطقة القطب الشمالي. تنبسط القارة من الشرق إلى الغرب من [illegible] (الرأس الشمالي الشرقي) … الغربي من جزيرة أتو في ألاسكا، وتمتد القارة من الشمال إلى الجنوب من رأس موريس جسب… المكسيك. يحد أمريكا الشمالية المحيط المتجمد الشمالي من الشمال، والمحيط الأطلسي … الوسطى والمحيط الهادئ من الجنوب، والمحيط الهادئ من الغرب.

حدود أمريكا غير منتظمة، أما الخط الساحلي فهو وعر ومحفور بالخلجان، مع وجود تجاويف عميقة هائلة في الشاطئ، خليج هدسون في الشمال الشرقي، وخليج المكسيك … في الشمال الغربي. وينتشر الكثير من الجزر الصغيرة قرب الساحلين الشرقي والغربي، لـ… الشمال.

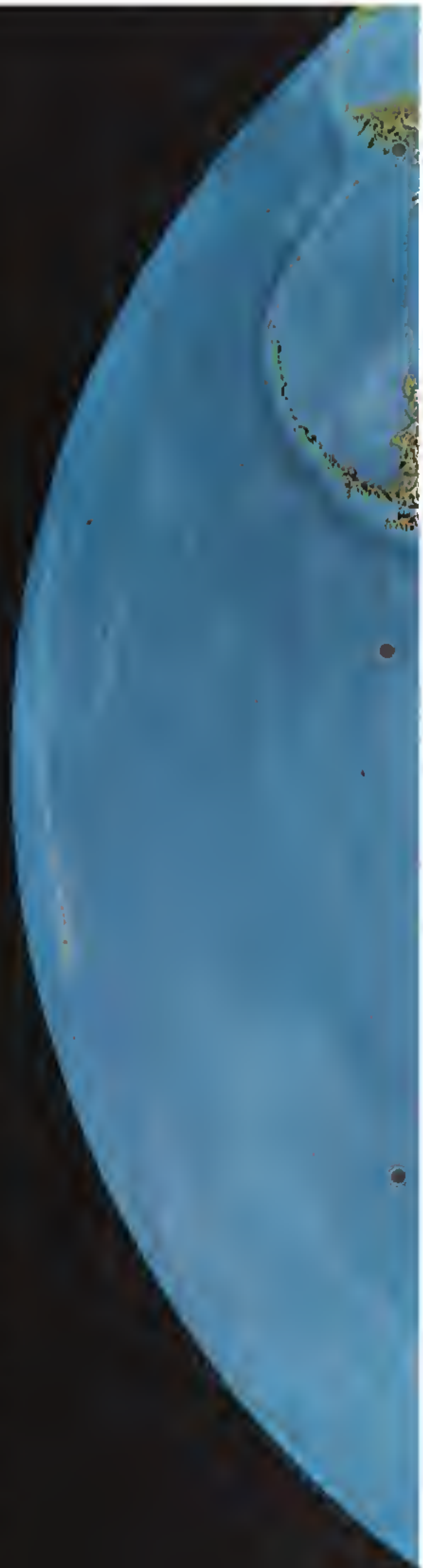
التاريخ الجيولوجي

وفقاً لنظرية مسلَّم بصحتها بشكل عام، تقع جميع أراضي أمريكا الشمالية تقريباً فوق … هائلة تعتبر إحدى الوحدات الاثني عشرة تقريباً التي تؤلف قشرة الأرض الأر… ملتصقة في ما مضى مع أوروبا وأفريقيا الشماليتين، وأنها بدأت بالانفصال عنهما منذ … الجوراسي، وقد تسارعت عملية الانزياح القاري منذ ٥٠ مليون سنة، في العصر الثلاثي … الغرب بسرعة ٢,٢٥ سنتيمتر في السنة تقريباً. تصطدم الصفيحة التي تحمل … الشمالية كثيراً، ما تسبب بظهور سلسلة من الجبال العالية بمحاذاة الساحل الغربي. أما … على طول الساحل الشرقي، ما تسبب بتكوين الجبال والجزر قبالة الشاطئ.

المناطق الفيزيوغرافية

يمكن تقسيم أمريكا الشمالية إلى خمس مناطق فيزيوغرافية كبرى: يشكل الدرع الك… من غرينلاند، وأجزاء من مينيسوتا وويسكونسن وميشيغان ونيويورك في الولايات المتحدة … صخري. تعلو صخوراً قديمة … تعلو الغابات الكثيفة القسم الأكبر من هذه المنطقة … من سهول ساحلية تمتد على القسم الأكبر من شرق الولايات المتحدة والمكسيك. وفي … من الغرب منطقة ثالثة تشمل سلسلة … من الجبال والتلال، أي … جبال الأب… الرابعة من الجزء الأوسط من القارة الذي يمتد من جنوب كندا إلى جنوب غرب المكسيك … واسعة الامتداد شهدت فترات متناوبة من الانغمار تحت الماء والارتفاع فوق سطح الماء … الصخور الرسوبية. لا تشكل هذه المنطقة أرضاً مسطحة مستوية خالية من العوائق بل … مناطق كثيرة التلال، مثل هضبة الأوزارك. ويتألف القسم الغربي من المنطقة من السهول ال… جبال الروكي.

أما المنطقة الخامسة من أمريكا الشمالية فتقع في أقصى الغرب من القارة، وتتصل … ناشطة جيولوجياً تشهد تكوّن الجبال، وتسود الحركات الزلزالية والنشاط البركاني …



صورة الكرة الأرضية من [illegible]

السهول الكبرى في الولايات المتحدة وكندا، ترتفع جبال الروكي التي تتّصل جيولوجياً بسلسلة السييرا مادري الشرقيّة في المكسيك. وتمتدّ إلى الغرب منطقة من الأحواض المبعثرة والهضاب العالية، تشمل الهضبة الداخلية لكولومبيا البريطانيّة في كندا، وهضبة الكولورادو والحوض الكبير في الولايات المتحدة، والهضبة الوسطى الشاسعة في المكسيك. على طول ساحل الهادىء، يرتفع عدد من المجموعات الجبليّة الشاهقة، التي تمتدّ من سلسلة ألاسكا إلى السييرا مادري الغربيّة والسييرا مادري الجنوبيّة في المكسيك. وبين المنطقتين، تمتدّ سلاسل جبليّة مثل الكوست رانج (الجبال الساحليّة) في كولومبيا البريطانيّة، وسلسلة الكاسكاد والكوست رانج والسييرا نيفادا في الولايات المتحدة. وينتشر بين السلاسل الجبليّة بعض المناطق الخفيضة، وأبرزها الوادي الأوسط الخصب في كاليفورنيا. جبل ماك كنلي، هو أعلى قمّة في أميركا الشماليّة (٦١٩٤ متراً) ويقع في سلسلة جبال ألاسكا، أمّا أدنى نقطة فتقع على ٨٦ متراً تحت مستوى سطح البحر، وذلك في ديث ڤالي (وادي الموت) في كاليفورنيا، الذي يشكّل جزءاً من الحوض الكبير.

الثروة المائيّة

إن الحدّ الفاصل القارّي، أو الكبير، الذي يمتدّ بشكل رئيسيّ على طول قمم جبال الروكي، يقسم أميركا الشماليّة إلى حوضَي صرف كبيرين. إلى شرق الحدّ الفاصل، تجري المياه نحو المحيط المتجمّد الشمالي وخليج هدسون والمحيط الأطلسيّ وخليج المكسيك؛ وإلى الغرب منه، تجري الأنهار باتّجاه المحيط الهادىء.

تسيطر شبكتا صرف كبيرتان – شبكة البحيرات الكبرى ونهر السان لوران، وشبكة نهرَي الميسيسيبي والميسوري – على الهيدروغرافيا في شرق ووسط أميركا الشماليّة. تُصرّف البحيرات الخمس الكبرى (سابيريور، ميشيغان، هورون، ايري وأونتاريو) باتّجاه الشمال الغربيّ إلى المحيط الأطلسيّ عبر نهر السان لوران القصير نسبيّاً. ويُصرّف معظم الجزء الأوسط من الولايات المتحدة وجزء صغير من جنوب كندا باتّجاه الجنوب إلى خليج المكسيك عبر نهر الميسيسيبي وروافده، لا سيّما نهر الميسوري، أطول نهر في أميركا الشماليّة. ويجري عدد كبير جدّاً من الأنهار القصيرة، ولكن الغزيرة، في الكثير من الأحوال، باتّجاه الأطلسيّ وخليج المكسيك على طول السواحل الشرقيّة لكندا والولايات المتحدة والمكسيك. يُصرّف شمال المنطقة الداخليّة من القارة عبر شبكة نهر ماكنزي الكبيرة في غرب كندا، وعبر الأنهار الكثيرة التي تصبّ في خليج هدسون. إلى غرب الحدّ الفاصل القارّي، نجد عدداً قليلاً نسبيّاً من الأنهار الكبيرة (وأبرزها الكولورادو وكولومبيا وفريزر واليوكون) ومجموعة كبيرة من المجاري المائيّة القصيرة والغزيرة الماء.

لا يضمّ الجزء الجنوبيّ من أميركا الشماليّة سوى بضع بحيرات طبيعيّة كبيرة، لكنّ كندا وشمال الولايات المتّحدة يحتويان على عدد مرتفع من البحيرات الكبيرة. نجد في هذه المنطقة بحيرة سابيريور، أكبر بحيرة مياه عذبة في العالم، و١٠ من أكبر ٢٥ بحيرة طبيعيّة أخرى في العالم. إنّ بحيرة ميد، الواقعة على نهر الكولورادو في الولايات المتحدة، هي بحيرة اصطناعيّة كبيرة. وتتميّز بحيرة جريت سولت (البحيرة المالحة الكبرى)، في يوتا، بارتفاع ملوحة مياهها.

المناخ

تتمتّع أميركا الشماليّة بتنوّع مناخيّ هائل، إلّا أنّه يمكن تحديد خمس مناطق مناخيّة رئيسيّة في القارّة. يخضع الثلثان الشماليّان من كندا وألاسكا، إضافة إلى كامل جرينلاند، لمناخ قطبيشماليّ وشبه قطبيشماليّ يتناوب فيه شتاء شديد البرودة مظلم وطويل، وصيف لطيف قصير. يغطّي الثلج والجليد في معظم أيّام السنة القسم الأكبر من المنطقة، التي تتلقّى عموماً كميّة ضئيلة من الهواطل. وتتألّف منطقة مناخيّة ثانية من الثلثين الشرقيّين للولايات المتحدة وجنوب كندا. وتتميّز هذه المنطقة بمناخ رطب تظهر فيه الفصول الأربعة بشكل واضح، ويكثر فيه تبدّل الطقس. ويتميّز الجزء الجنوبيّ من هذه المنطقة بتعدّل درجات حرارة أكثر ارتفاعاً. تشمل المنطقة الثالثة الجزء الغربيّ من داخل الولايات المتّحدة وقسماً كبيراً من شمال المكسيك. تتشكّل هذه المنطقة، في معظمها، من أراض جبليّة وصحراويّة، تتلقّى عموماً كميّات ضئيلة من الهواطل؛ ولكن مع تغيّرات محليّة مهمّة ناتجة عن الإختلاف في الإرتفاع والتعرّض للعوامل الجويّة. تتكوّن المنطقة المناخيّة الرابعة من منطقة ضيّقة بمحاذاة المحيط الهادىء تمتدّ من جنوب ألاسكا إلى جنوب كاليفورنيا. يتميّز هذا المناخ بشتاء معتدل نسبيّاً، ولكن رطب، وصيف شبه جافّ. يسود المناخ المداريّ في القسم الأكبر من جنوب المكسيك، ويتميّز هذا المناخ بدرجات حرارة مرتفعة على مدار السنة وكميّة كبيرة من الهواطل، لا سيّما في الصيف.

الغطاء النباتيّ

تغيّر الغطاء النباتيّ في أميركا الشماليّة، إلى حدّ بعيد، بفعل أنشطة الانسان؛ لكنّ طبيعته العامّة لا تزال ظاهرة في قسم كبير من القارّة. تشكّل التّيجة، أو الغابة الشماليّة، أهمّ غابة في أميركا الشماليّة، وهي امتداد هائل من الأشجار الصنوبريّة بشكل خاصّ (لا سيّما البيسيّة والتّنّوب والشّوكران واللارّكس) يغطّي معظم جنوب ووسط كندا ويمتدّ إلى داخل ألاسكا. في شرق الولايات المتحدة، قُطع الجزء الأكبر من الغابة المختلطة التي كانت تغطّي المنطقة، والتي تغلب فيها الأشجار ذات الأوراق المعيلة في الشمال وأنواع مختلفة من الصَنوبر الأصفر في الجنوب الغربيّ؛ لكنّ مساحة كبيرة منها قد نمت من جديد منذ الأربعينات. في الجزء الغربيّ من القارة، تتواجد الغابات بشكل أساسيّ فوق الجبال وتغلب فيها الصنوبريّات. في كاليفورنيا، تبلغ الجبّارة العُرْزيّة والسكوية[١] حجماً هائلاً. ويميّز خليط كبير من الأنواع المختلفة غابات المكسيك المداريّة.

يتكوّن الغطاء النباتيّ في المناطق الأكثر جفافاً من أميركا الشماليّة من الأعشاب والجنبات بشكل خاصّ. وكانت السهول الوسطى والمروج في الولايات المتحدة وجنوب كندا مغطّاة في الأصل بالعشب، لكنّ المحاصيل الزراعيّة قد حلّت مكان القسم الأكبر من النباتات الطبيعيّة. فوق الأراضي الجافّة في غرب الولايات المتحدة وشمال المكسيك، تنتشر جنيبات ونباتات صبّار من أنواع وضروب مختلفة. وبعد النطاق الشجريّ في أقصى الشمال، تمتدّ منطقة التندرة، التي تحتوي على خليط من السُعادى والأعشاب والحزاز والأشنّة الخفيضة.

الحياة الحيوانيّة

كانت الحياة البريّة البلديّة في أميركا الشماليّة وفيرة ومنوّعة؛ لكنّ الاستيطان البشريّ الواسع أدّى إلى تقليص مَوَاطن الحيوانات وخفض أعدادها. تشبه حيوانات أميركا الشماليّة، بوجه العموم، الحيوانات في المناطق الشماليّة من أوروبا وآسيا. وتشمل الثدييّات الكبيرة الهامّة التي تعيش في أميركا الشماليّة عدّة ضروب من الدببة، التي يشكّل الدبّ الرماديّ أو الأشيب أكبرها؛ وكبش الجبال الصخريّة، والبيسون الذي يعيش اليوم في قطعان محميّة فقط، والرنّة، والموظ المعروف بالإلكة في أوروبا، وثور المِسك والوَبِيت (الأيّل الأميركيّ). وتشمل اللواحم الكبيرة الكَوْجر؛ وفي المناطق الواقعة في أقصى الجنوب، التيجْوَر (الجاجوار)؛ والذئب ونسيبه الأصغر حجماً القيوط؛ وفي أقصى الشمال الدبّ القطبيّ. ومن الحيوانات البلديّة الأخرى، نذكر الأُوبوسوم العاديّ، وهو نوع من الجرابيّات. تكثر الزواحف في أميركا الشماليّة، وبعضها شديد السميّة، مثل الأفعى المرجانيّة؛ والجلجليّات، كذات الأجراس (أو الجلجليّة) ونحاسيّة الرأس؛ والهيلية والعظاية السبحيّة في جنوب غرب الولايات المتحدة والمكسيك، وهما العظايتان السامّتان الوحيدتان في العالم. وتعيش مجموعة كبيرة ومنوّعة من الأسماك والمحارات في مياه البحر قبالة شواطىء أميركا الشماليّة، كما نجد الكثير من أنواع الأسماك في الأنهار وبحيرات المياه العذبة.

(١) الجبّارة العرزيّة والسكوية: شجر حرجيّ من الفصيلة الصنوبريّة، يبلغ طوله في كثير من الأحيان حوالى ١٠٠ متر.

الموارد المعدنيّة

تتمتّع أميركا الشماليّة بتراكمات كبيرة من عدّة خامات معدنيّة هامّة. يتواجد النفط والغاز الطبيعيّ بكميّات ضخمة في شمال ألاسكا وغرب كندا وجنوب وغرب الولايات المتّحدة على الحدود مع المكسيك وشرق المكسيك؛ كما تمتدّ طبقات هائلة من الفحم في شرق وغرب كندا والولايات المتحدة؛ وتقع تراكمات ضخمة من الحديد الخام في شرق كندا وشمال الولايات المتحدة ووسط المكسيك. وتملك كندا أيضاً تراكمات كبيرة من النحاس والنيكل والاورانيوم والزنك والأسبستوس والپوتاس؛ وتحتوي الولايات المتحدة على كميّات كبيرة من النحاس والموليبدينوم والنيكل والصخر الفوسفاتيّ والأورانيوم؛ وتتمتّع المكسيك باحتياطيّ كبير من الباريت والنحاس والفلوريت والرصاص والزنك والمنغنيز والكبريت. وتملك جميع هذه البلدان تراكمات كبيرة من الذهب والفضّة.

النمو الاقتصاديّ

إنّ الأنشطة الإقتصاديّة في أميركا الشماليّة أنشطة واسعة التنوّع والإختلاف. تتمتّع الولايات المتحدة وكندا باقتصاد حديث متطوّر. جاء تعصير وتجديد الإقتصاد في المكسيك متفاوتاً وغير منتظم، فقد حدث تقدّم كبير في مجال تأمين الطاقة والنقل والصناعة، لكنّ الإقتصاد يعاني تضخّماً مزمناً وعبءَ الديون المتراكمة.

الزراعة

تشكّل الزراعة نشاطاً مهمّاً نسبيّاً في المكسيك أكثر من أي بلد آخر في أميركا الشماليّة، وتشغل حوالى ٢٥٪ من اليد العاملة (مقابل ٣٪ تقريباً في الولايات المتحدة و٥٪ في كندا). ولا تزال الزراعة الكفافيّة مهمّة في كل أنحاء المكسيك، لا سيّما في الجنوب؛ إلّا أنّ الزراعة التجاريّة متطوّرة جدّاً في الكثير من المناطق، خصوصاً في الهضبة الوسطى وفي الشمال. وأهمّ السلع الزراعيّة في أميركا الشماليّة هي الذرة والقمح والفاصوليا، التي تُزرع في المقام الأوّل للإستهلاك المحلّيّ، والقطن والأبقار والبن والسكّر، التي تُنتج في القسم الأكبر منها للتصدير.

تطغى، في الولايات المتحدة وكندا، المزارع الممكّننة بدرجة عالية، التي تنتج كميّات هائلة من المحاصيل والمواشي والدواجن ومشتقّاتها. وتشكّل السهول الكبرى في وسط الولايات المتحدة والمقاطعات الواقعة في منطقة المروج الكنديّة (مقاطعات ألبرتا ومانيتوبا وساسكاتشيوان) إحدى أكبر المناطق المنتجة للحبوب (خصوصاً القمح، وأيضاً الشعير والشوفان والجاوْدار والسّرغوم الحبّي – نوع من الذرة) والبذور الدهنيّة والمواشي (أبقار لإنتاج اللبن واللحم وخراف) في العالم. وقد يكون حزام الذرة، أيّ الجزء من الغرب الأوسط في الولايات المتحدة الممتدّ من غرب أوهايو إلى شرق نيبراسكا، أفضل منطقة للمزارع الكبيرة في العالم؛ وتشكّل هذه المنطقة المنتج الأوّل في العالم للذرة، كما أنّها من أكبر منتجي الحبوب الأخرى وفول الصويا والأبقار والخنازير. تنتج الزراعة في كاليفورنيا كميّة هائلة من المحاصيل المرويّة المرتفعة القيمة، وأبرزها الفواكه والخضر. وتنتج أيضاً كلّ من فلوريدا وتكساس كميّات كبيرة من الفواكه والخضر، كما تُزرع البطاطا بكميّات ضخمة في ايداهو وولاية واشنطن وأوريجون وماين ونورث داكوتا (داكوتا الشماليّة) وجنوب شرق كندا. وتشمل المنتجات الزراعيّة الهامّة الأخرى القطن والدجاج والمنتجات اللبنيّة وقصب السكّر.

الحراجة وصيد الأسماك

تُعتبر الحراجة قطاعاً هامّاً من الإقتصاد الكنديّ، وخصوصاً في كولومبيا البريطانيّة وأونتاريو ومقاطعة كيبك. وتزدهر أيضاً صناعات المنتجات الحرجيّة في غرب الولايات المتحدة (وخصوصاً في واشنطن وأوريجون وكاليفورنيا) وفي جنوب شرق الولايات المتحدة.

يشكّل صيد الأسماك النشاط الاقتصاديّ الرئيسيّ في جرينلاند، لكنّه قطاع غير مهمّ نسبيّاً في كندا والولايات المتحدة والمكسيك، مع أنّ مقدار الصيد كبير، وأنّ بعض المناطق الساحليّة تعتمد على مداخيل بيع الأسماك والمحار. إلى جانب المياه المجاورة لجرينلاند، تقع مناطق الصيد الكبيرة قبالة الساحل الشماليّ للهادىء، والساحل الشماليّ للأطلسيّ، والساحل الجنوبيّ للأطلسيّ وساحل خليج المكسيك. إضافة إلى ذلك، تتمركز أساطيل كبيرة من السفن المخصّصة لصيد التونة في جنوب كاليفورنيا وغرب المكسيك.

التعدين

إنّ استخراج الأركزة المعدنيّة نشاط اقتصاديّ متزايد الأهميّة في الولايات المتحدة وكندا والمكسيك. تُعتبر الولايات المتحدة منذ عدّة سنوات من أكبر منتجي النفط في العالم، وتشكّل كندا منتجاً كبيراً للنفط منذ الأربعينات، كما أصبحت المكسيك أكبر منتج للزيت الخام في أواخر السبعينات. تحتلّ الولايات المتحدة المرتبة الثانية في العالم بين الدول المنتجة للغاز الطبيعيّ، كما أنّها في الطليعة بالنسبة لاستخراج الفحم، الذي يُنتَج بشكل خاصّ في المناجم الأپلاشيّة الكبيرة. لطالما كان الحديد الخام من أهمّ الأركزة المعدنيّة المنتجة في الولايات المتحدة وكندا، وهو يُستخرَج بشكل رئيسيّ من الطبقات المعدنيّة حول الطرف الغربيّ لبحيرة سابيريور. مؤخّراً، أُنتجت كميّة كبيرة من الحديد الخامّ في المنطقة الحدوديّة بين مقاطعة كيبك واللابرادور في شرق كندا. ومن الأركزة الأخرى التي استُخلِصت بكميّات كبيرة في أميركا الشماليّة، هناك النحاس والفضّة والرصاص والزنك والنيكل والكبريت والأسبستوس والأورانيوم والصخر الفوسفاتيّ والپوتاس.

الصناعة

لطالما شكّلت الصناعة قطاعاً اقتصاديّاً أساسيّاً في الولايات المتحدة. وقد تركّزت المصانع بشكل رئيسيّ في المناطق المدينيّة الواقعة في حزام صناعيّ يمتدّ تقريباً من بوسطن إلى شيكاجو. ولكن، منذ الخمسينات، نمت الصناعة، إلى حدّ بعيد، في أنحاء أخرى من البلاد، وخصوصاً في مدن كاليفورنيا الكبيرة وفي الولايات الجنوبيّة الشرقيّة. تتميّز السلع المنتجة بتنويع كبير، مع التركيز على المعادن الأوّليّة والمصنّعة، والموادّ الغذائيّة المعالجة، والآلات، والتجهيزات الالكترونيّة والمستعمَلة في المجال الفضائيّ الجوّيّ، والمركبات السيّارة، والموادّ الكيميائيّة، والنسيج، والملابس، والورق، والمطبوعات. تشكّل الصناعة أيضاً نشاطاً اقتصاديّاً رئيسيّاً في كندا. وتقع المصانع، بشكل رئيسيّ، في مدن أونتاريو ومقاطعة كيبك وكولومبيا البريطانيّة وألبرتا؛ وتشكّل تورونتو ومونريال المركزين الصناعيّين الأوّلين في كندا. تنتج المصانع الكنديّة مجموعة واسعة ومنوّعة من السلع، وخصوصاً الموادّ الغذائيّة والمشروبات المعالجة، وتجهيزات النقل، والورق وغيره من المنتجات الحرجيّة، والمعادن الأوليّة والمصنّعة، والموادّ الكيميائيّة والتجهيزات الكهربائيّة والالكترونيّة.

تزايدت أهميّة الصناعة في الإقتصاد المكسيكيّ منذ الأربعينات. بالرغم من أنّ المصانع المكسيكيّة ليست متطوّرة تكنولوجيّاً، كما في الولايات المتحدة وكندا، فإنّها تنتج مجموعة واسعة من السلع، أبرزها الموادّ الكيميائيّة، والملابس، والموادّ الغذائيّة المعالجة، والمركبات السيّارة وقطع الغيار للسيّارات، وموادّ البناء، والتجهيزات الكهربائيّة والالكترونيّة. تشكّل مدينة مكسيكو أهمّ مركز صناعيّ في البلاد، لكنّ عدّة مدن أخرى، مثل مونتيراي وجوادالاخارا، تحتوي على تركيزات كبيرة من المصانع.

الطاقة

تستهلك أميركا الشماليّة كميّات هائلة من الطاقة. وتعتمد كندا، أكثر من الولايات المتحدة والمكسيك، على الكهرباء المولّدة بالطاقة المائيّة، لكنّها تستهلك أيضاً كميّات كبيرة من النفط والغاز الطبيعيّ. يفرض الإستهلاك الهائل للطاقة في الولايات المتحدة استيراد كميّات كبيرة من النفط والغاز الطبيعيّ لسند الإنتاج المحلّيّ الضخم من الفحم والنفط والغاز الطبيعيّ والطاقة الكهربمائيّة والنوويّة. في المكسيك، ازداد إنتاج الطاقة بنسبة كبيرة في السبعينات وأوائل الثمانينات، وذلك بفعل ازدياد كميّات النفط والغاز الطبيعيّ المستخرجة محليّاً.

أمـــيركا الشـّماليـّة الطبـيعيـّة



أميركا الشمالية السياسية



السلم ١ : ٣٤٠٠٠٠٠٠
كيلو متر

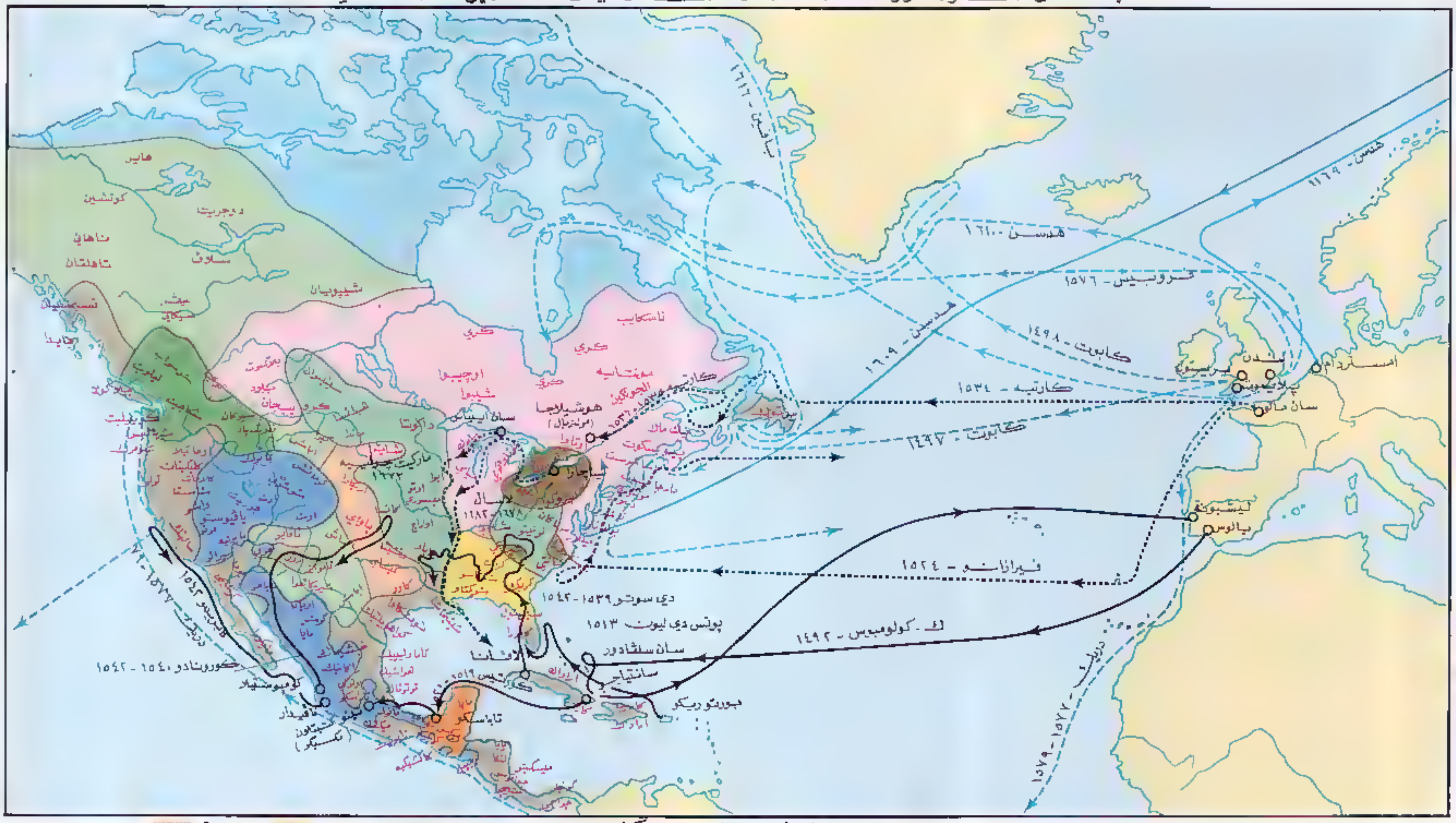


كندا: محمية لا موريسي، كيبك.



الولايات المتحدة: مدينة نيويورك.

قبائل الهنود ـ ورحلات الاستكشاف في أميركا الشمالية



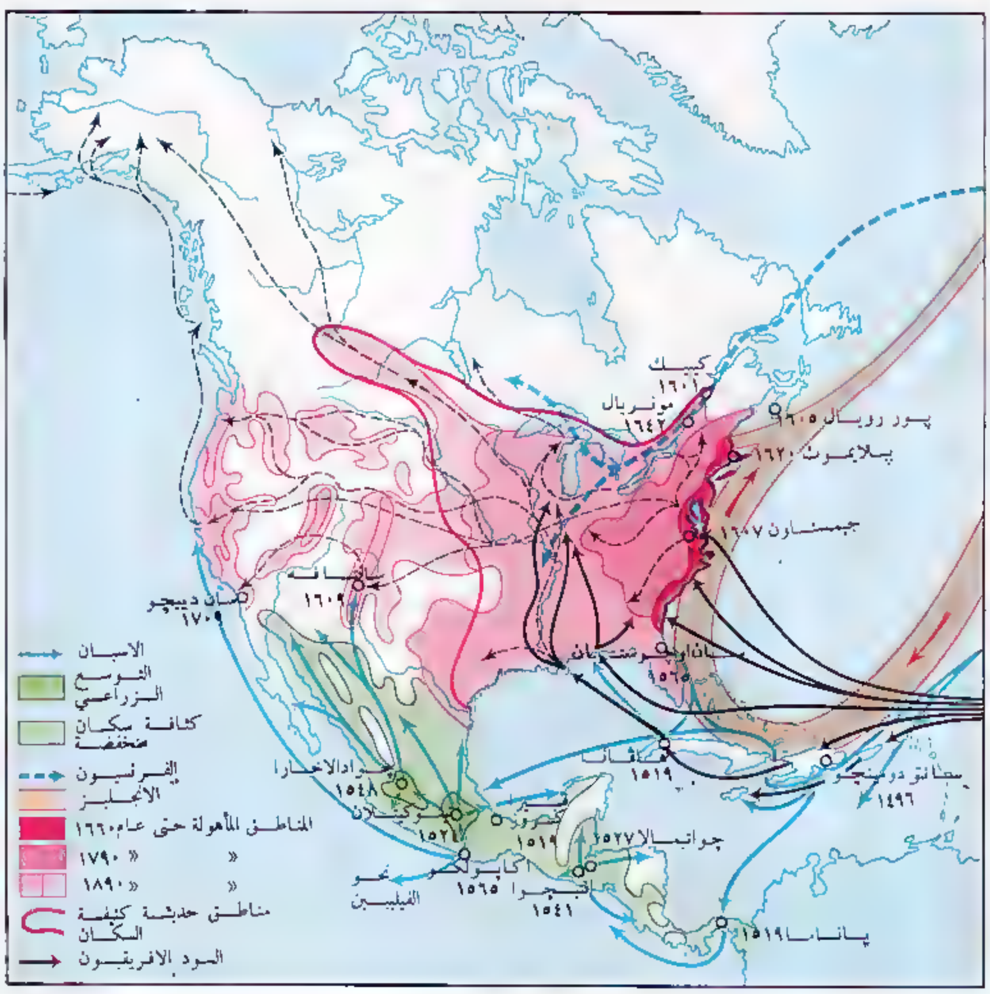
خطوط رحلات الاستكشاف

الاسبانية ——— البريطانية - - -

الفرنسية ..... الهولندية ———

اللغات: الاوتو - ازتيك، الماسكوجية، الكادوية، الاسكيمو، سالتس، الايروكوا، الالجونكية، مجموعات لغوية اخرى، سيو، المايا، الاتابسكية

أميركا الشمالية والوسطى: الموجات الاستيطانية





الولايات المتحدة: طريق تيوجا الصخرية في محمية يوسمايت.



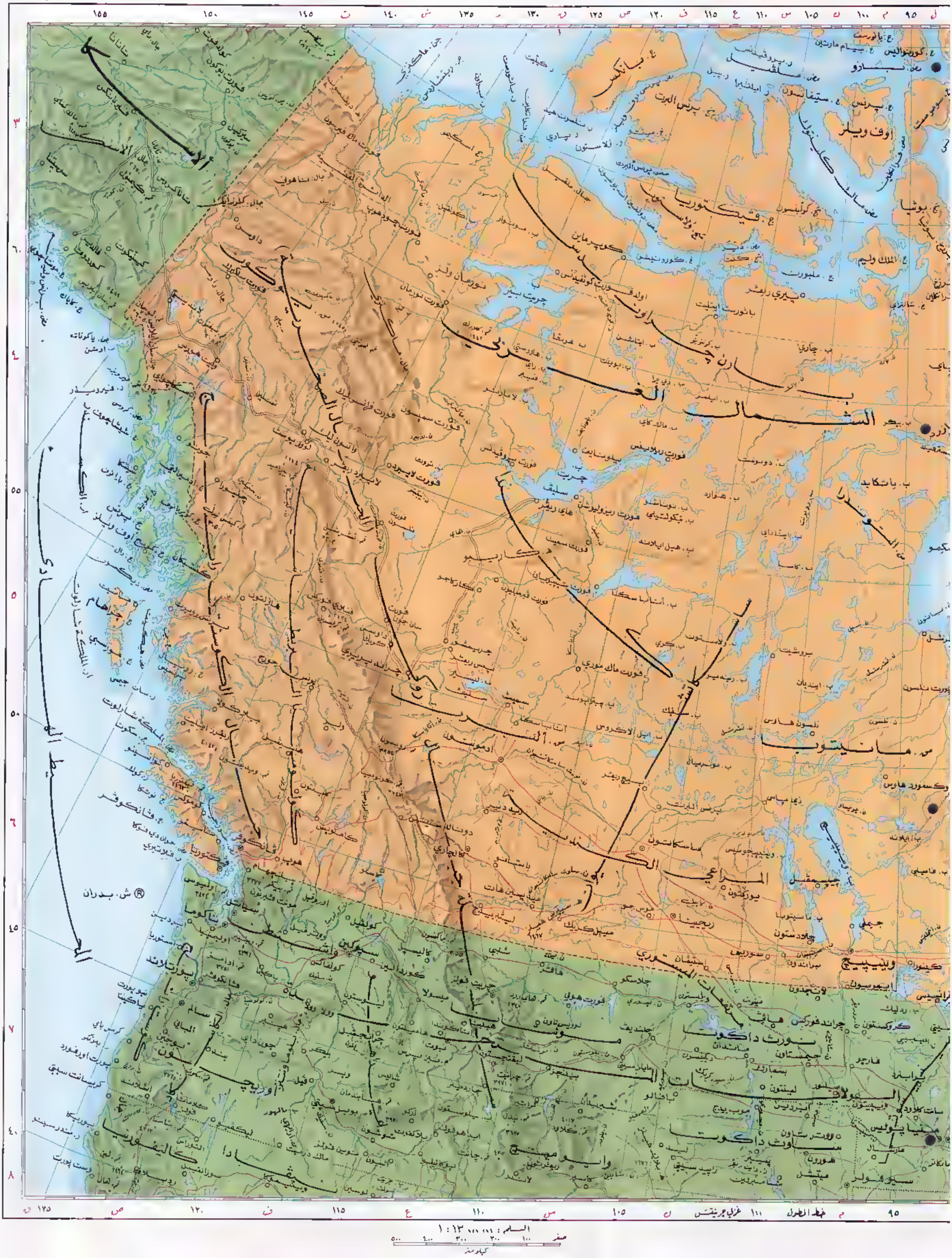
الولايات المتحدة: بحيرة يلوستون الساخنة المعدنية.

كـنـدا



كندا
لابرادور
هدسون
جون
أرض كوكبورن
نيوفوندلاند
خليج السان لوران
مونتريال
كيبك
أوتاوا
تورونتو
هاليفاكس
ديترويت
بوسطن
ليفربول
® ش. بدران
السلم ١ : ١٢٠٠٠٠٠٠
صفر ١٠٠ ٢٠٠ ٣٠٠ ٤٠٠ ٥٠٠
كيلومتر

خريطة رقم ٤٧



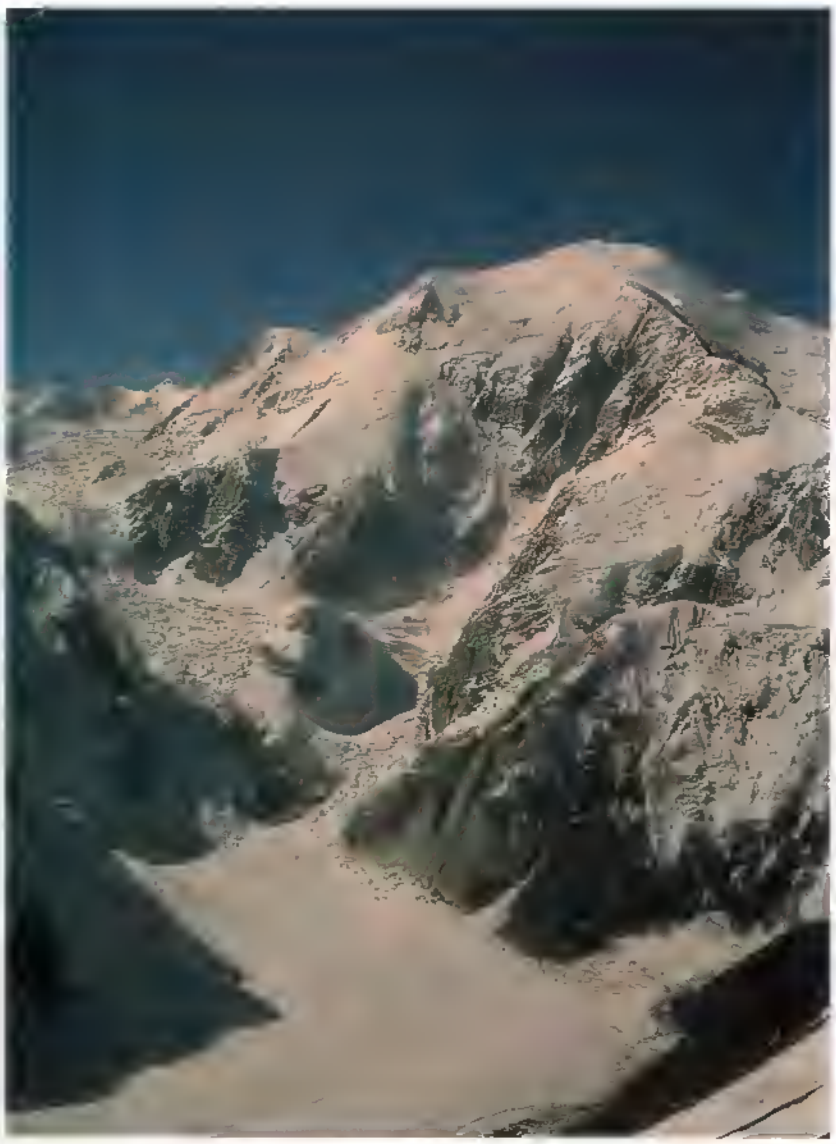
بانكس
فيكتوريا
الشمال
مانيتوبا
نورث داكوتا
ساوث داكوتا
واشنطن
كاليفورنيا
ريجينا
ونيبيج
بورتلاند
سياتل
ساسكاتون
سالم

الاسكا

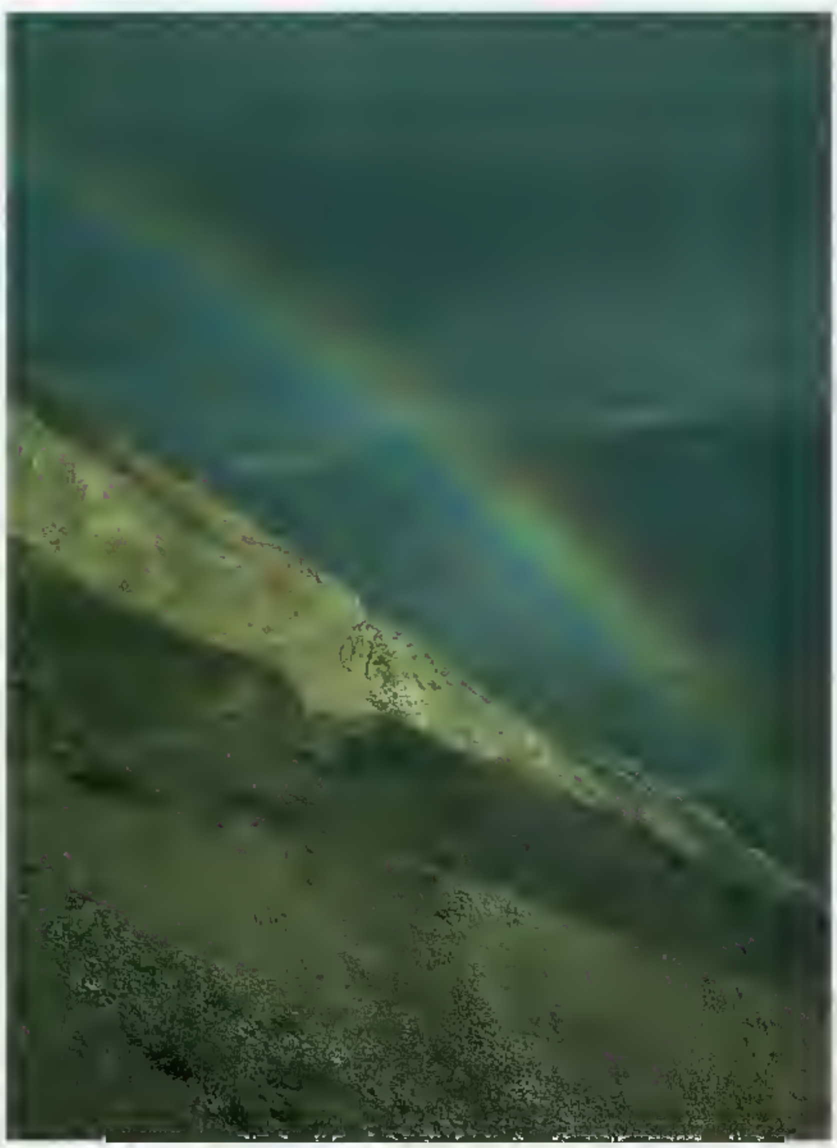




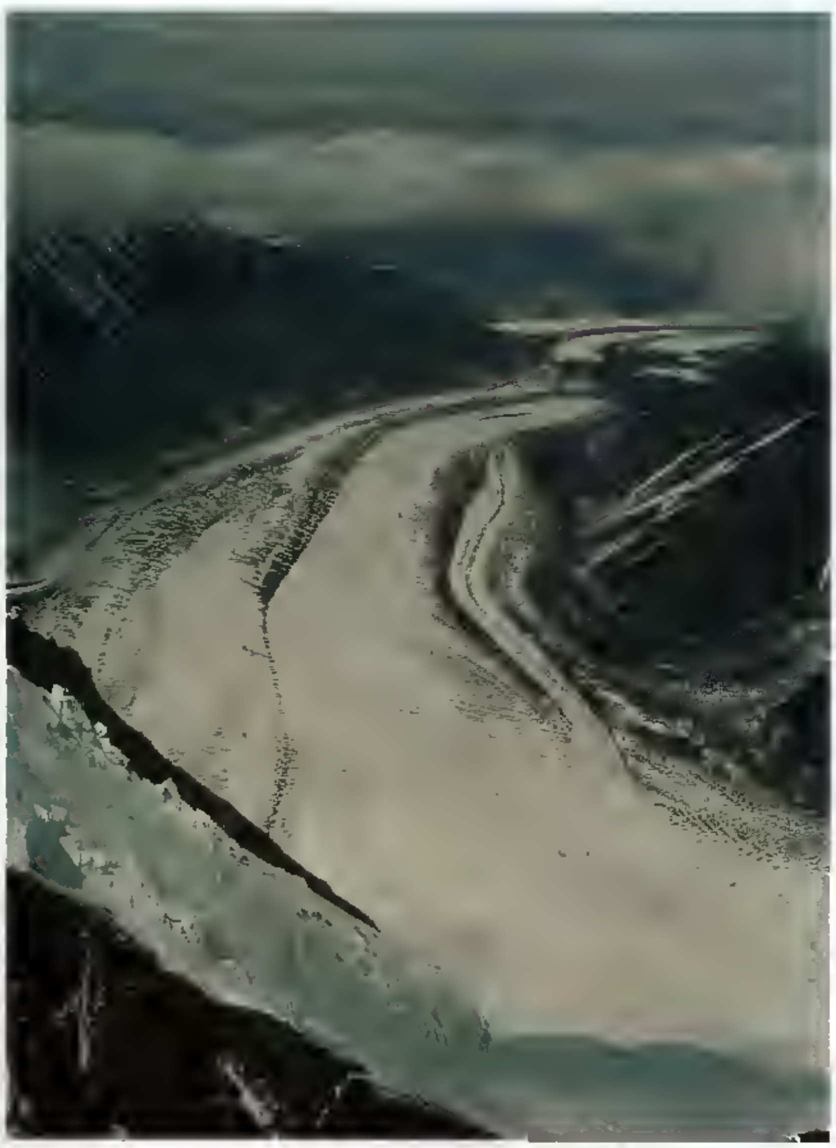
ألاسكا: **قمم ماك كنلي**



ألاسكا: **قمم ماك كنلي**



ألاسكا: **منحدرات جبال ماك كنلي**



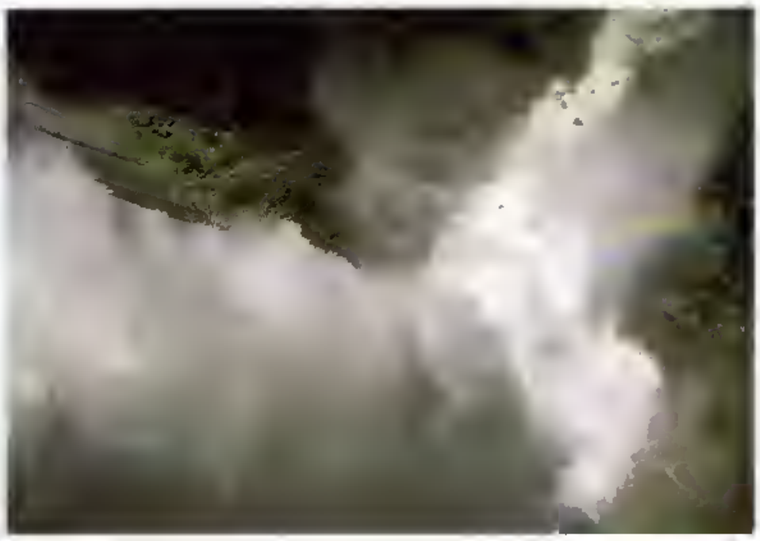
ألاسكا: **مجلدة ترالابكا**


كندا
لابرادور
نيوفوندلاند
كيبك
أونتاريو
خليج السان لوران
المحيط الأطلسي
خليج المكسيك
مدار السرطان
مونتريال
أوتاوا
تورونتو
كيبك
بوسطن
نيويورك
فيلادلفيا
بالتيمور
واشنطن
شيكاغو
ديترويت
كليفلاند
بيتسبورغ
سنسناتي
سان لويس
انديانابوليس
لويسفيل
ناشفيل
ممفيس
أتلانتا
برمنغهام
جاكسونفيل
نيو اورليانز
تامبا
ميامي
نورفوك
سافانا
شارلستون
هاليفاكس
ميشيغان
أوهايو
كنتاكي
تنيسي
فرجينيا
كارولينا الشمالية
كارولينا الجنوبية
جورجيا
ألاباما
فلوريدا
بنسلفانيا
انديانا
الينوي
ميسيسيبي
لويزيانا
نوفا سكوشا
برمودا
ش. بدران

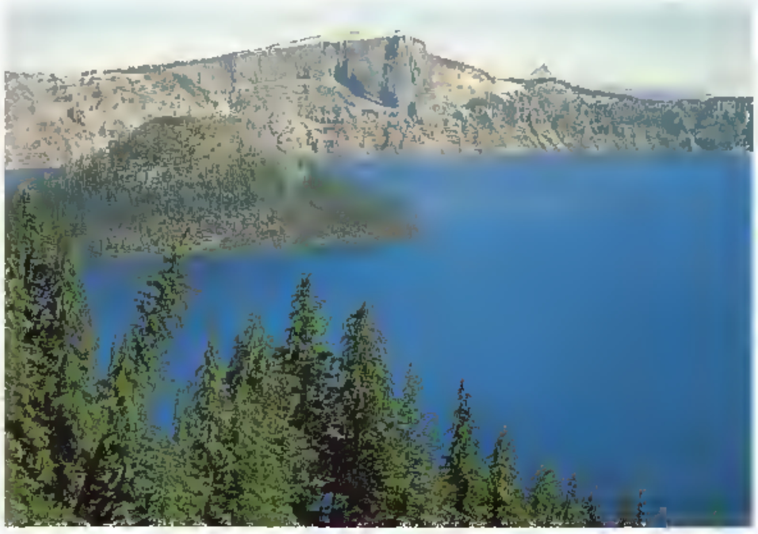
خريطة رقم ٤٩



مانيتوبا
ونيبيغ
بورتلاند
سياتل
واشنطن
أوريغون
مونتانا
نورث داكوتا
ساوث داكوتا
وايومينغ
كولورادو
دنفر
كانساس
أوكلاهوما
تكساس
نيو مكسيكو
اريزونا
فينيكس
سان فرانسيسكو
لوس انجيليس
سان دييغو
المكسيك
ايوا
فورت ورث
دالاس
أوستن
سان انطونيو
لونغ بيتش
تيخوانا



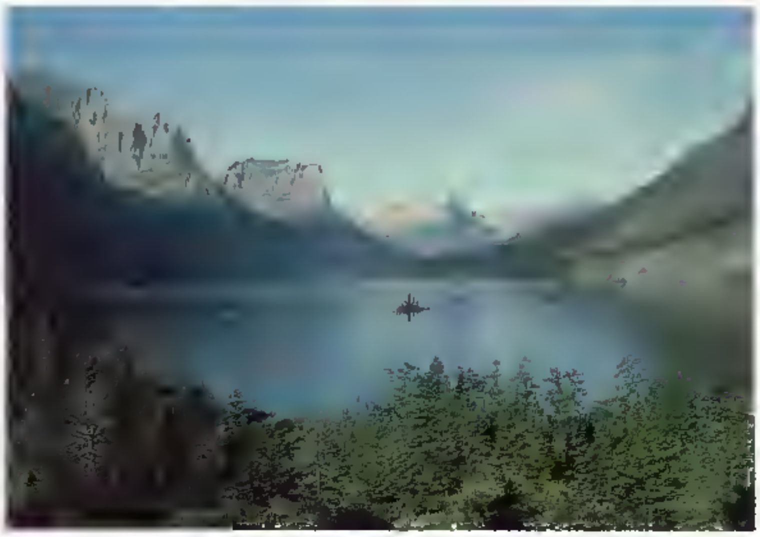
الولايات المتحدة: **شلالات نيڤادا.**



الولايات المتحدة: **محمية بحيرة كريتر في جبال الكاسكاد.**



الولايات المتحدة: **بحيرة ڤرجينيا.**



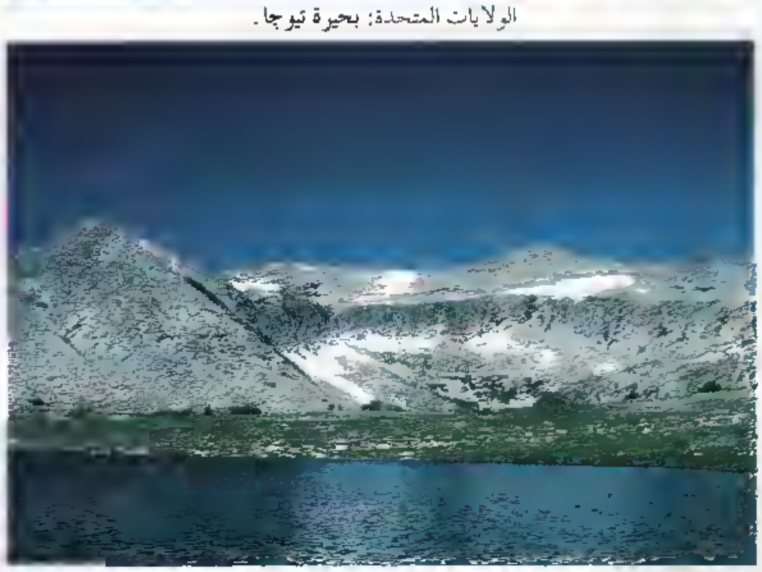
الولايات المتحدة: **بحيرة سانت ماري في محمية جليشر.**



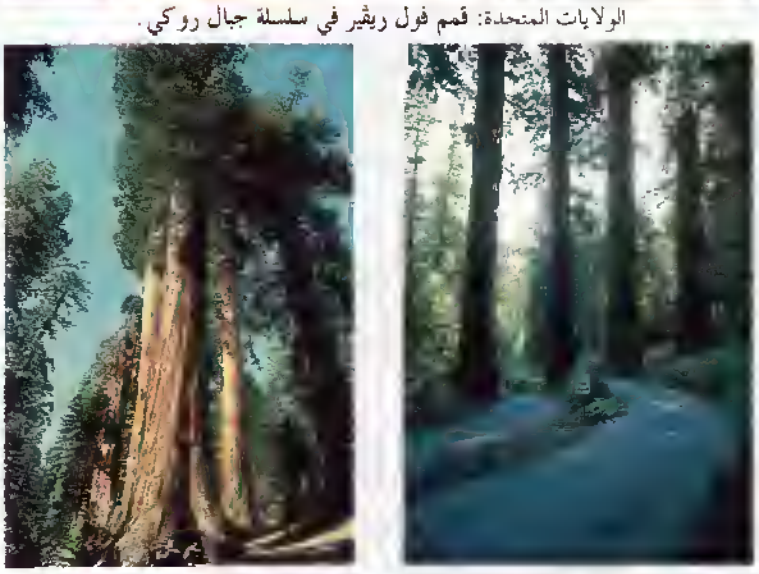
الولايات المتحدة: **بحيرة تيوجا.**



الولايات المتحدة: **قمم فول ريڤر في سلسلة جبال روكي.**



الولايات المتحدة: **بحيرة چايلور.**

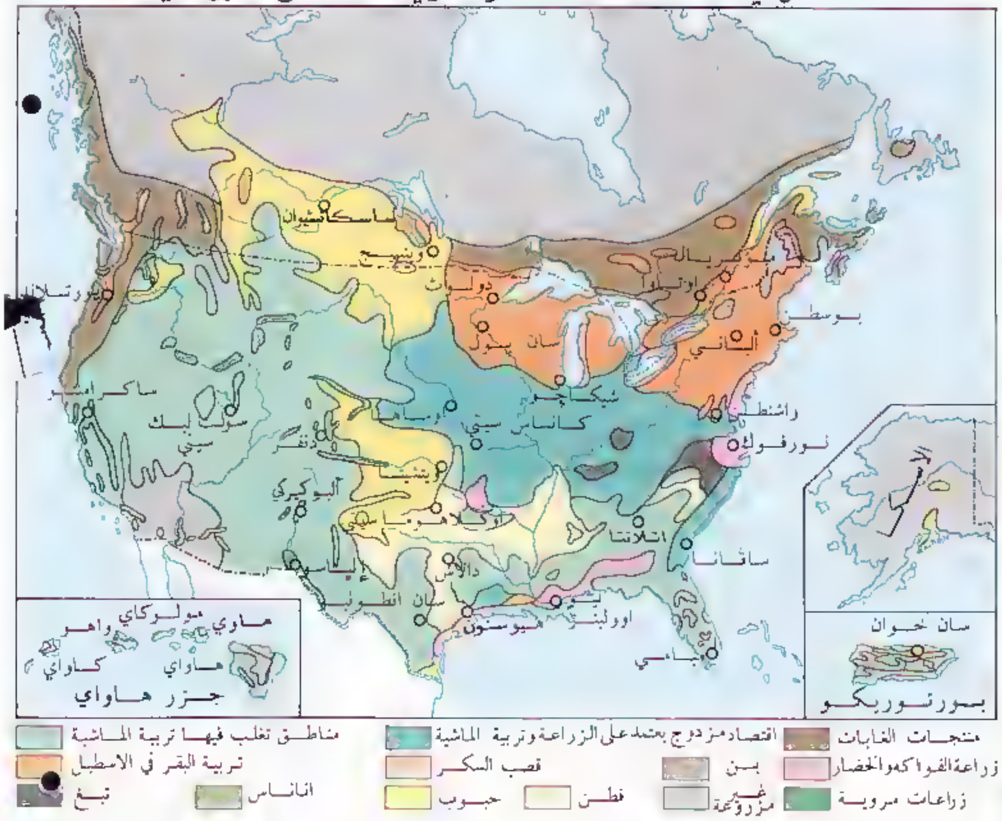


الولايات المتحدة: **الأشجار العملاقة في محمية غابة سيكويا.**

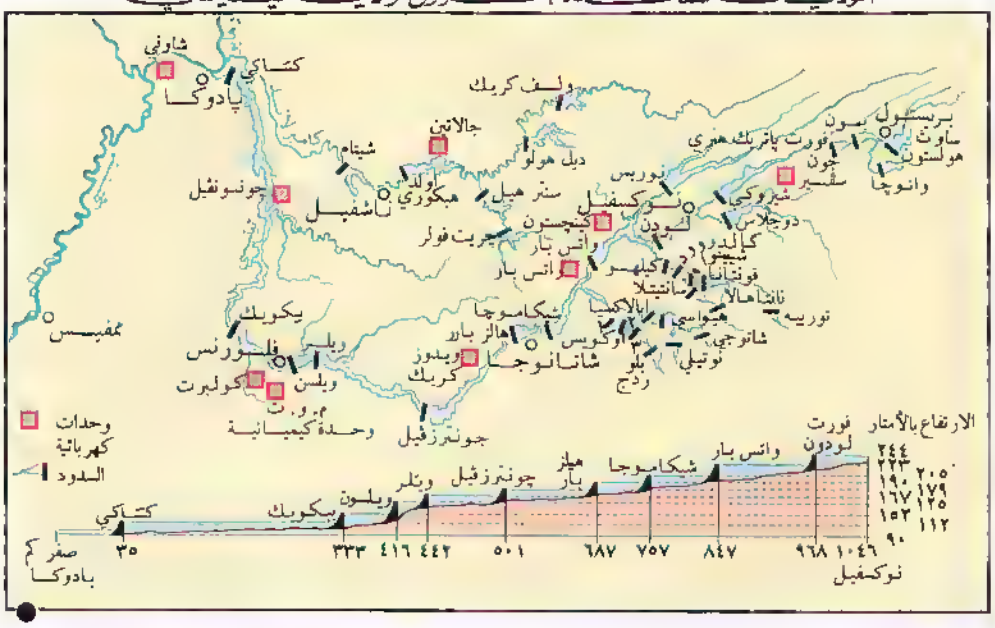
(إلى اليسار) الولايات المتحدة: سد هوڤر في مدينة بولدر في ولاية نيڤادا



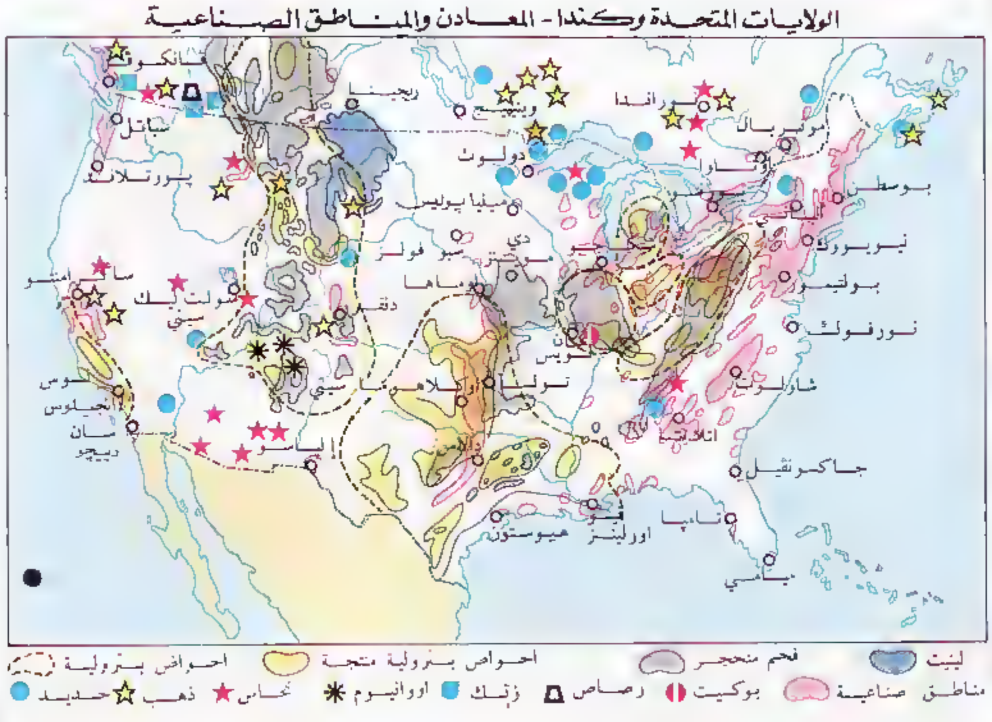
كندا - الولايات المتحدة - الاسكا وهاواي : المناطق الزراعية



الولايات المتحدة : مشروع وادي تينيسي



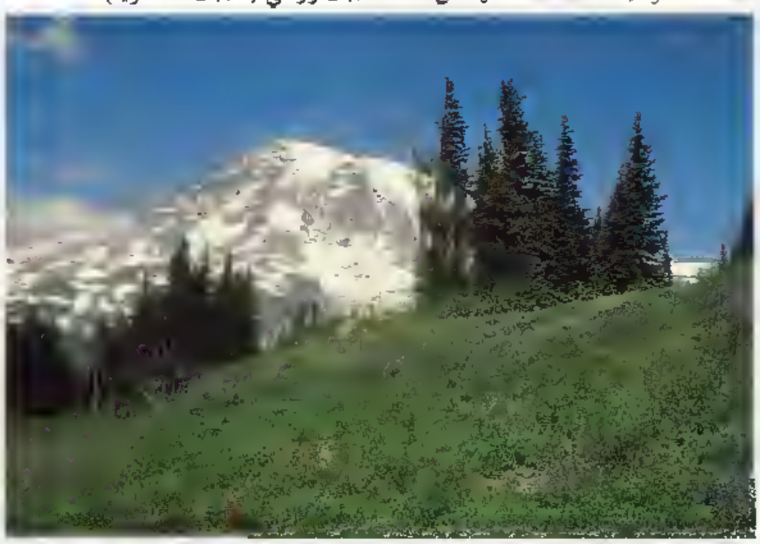
الولايات المتحدة وكندا - المعادن والمناطق الصناعية




الولايات المتحدة: غزال الذنب الاسود.


الولايات المتحدة: مرعى للخيول.


الولايات المتحدة: مشهد من سلسلة جبال روكي (الجبال الصخرية).


الولايات المتحدة: جبال رينيير.



كندا: **مشهد لبحيرة لويز في ولاية ألبرتا**

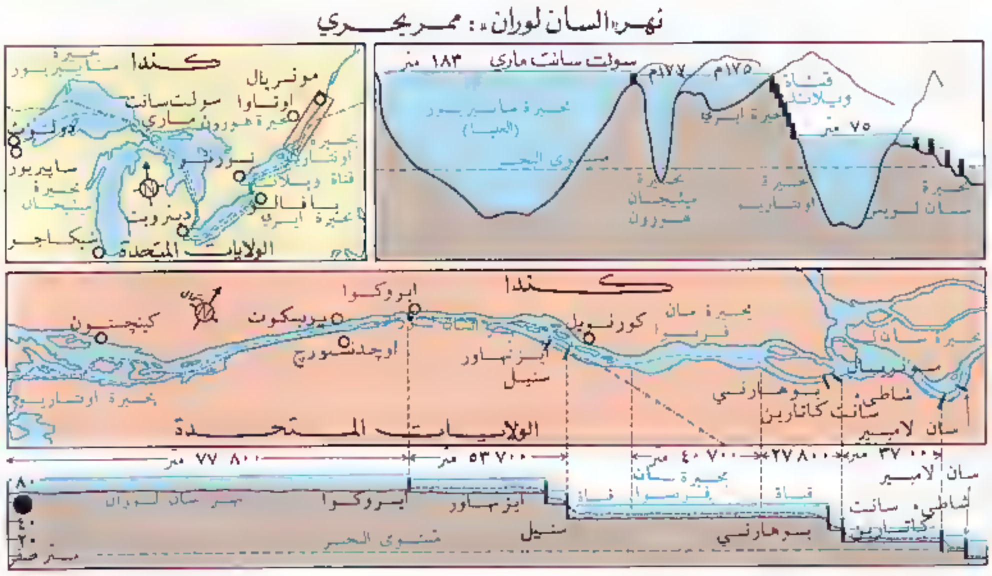


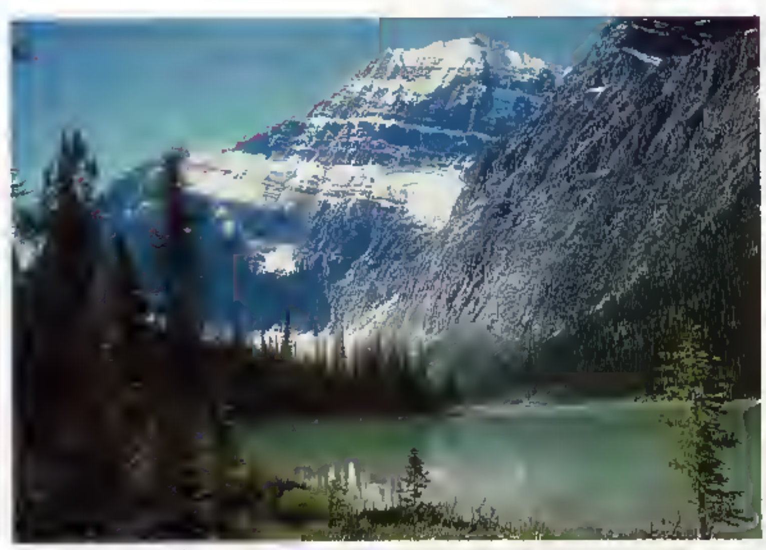
كندا: **مشهد لشلّالات نياچارا، أُخذ من الجوّ من جهّة أونتاريو**

الولايات المتحدة وكندا
منطقة البحيرات الكبرى



نهر «السان لوران»: ممر بحري





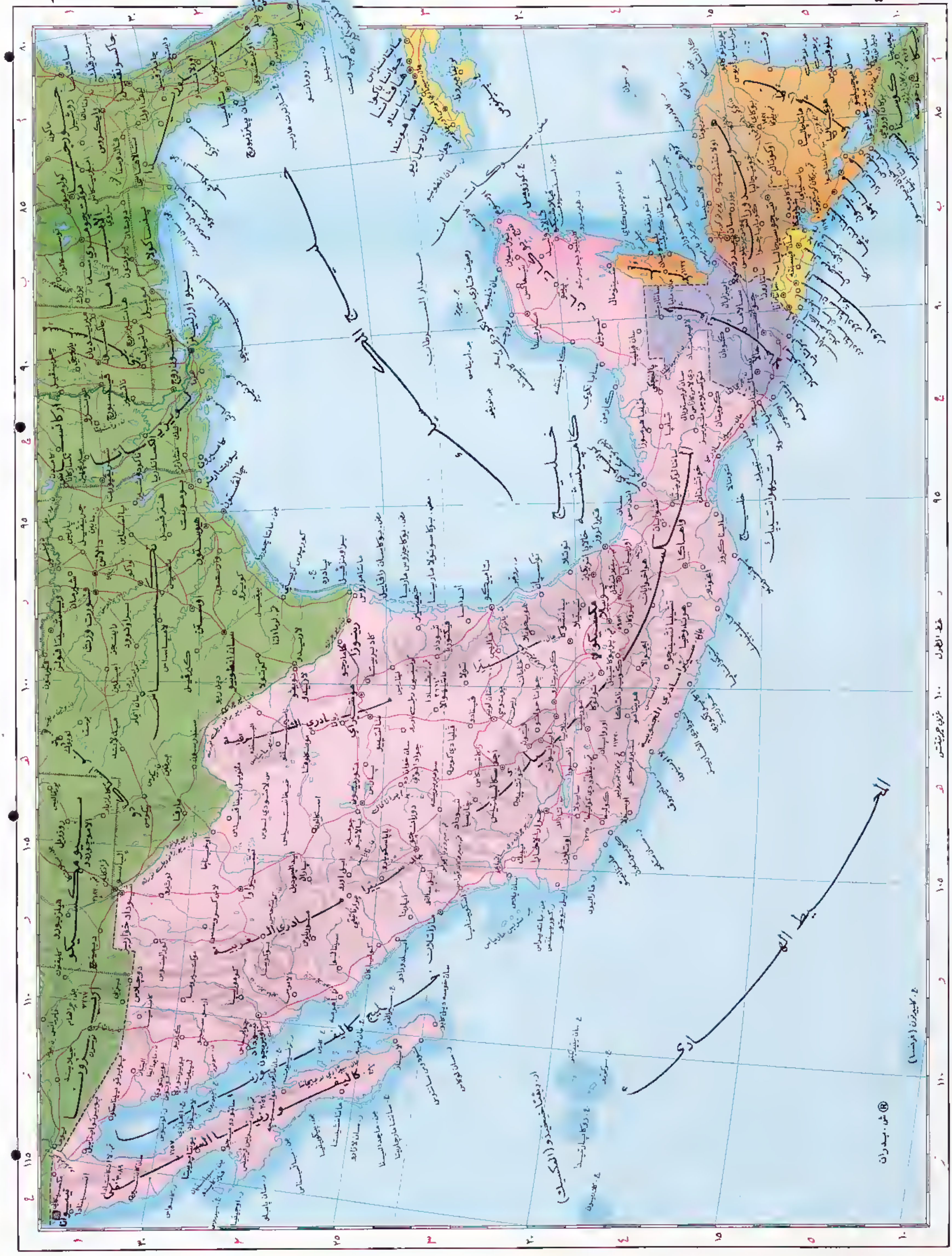
كندا: بحيرة لويز في سلسلة جبال روكي، في مقاطعة ألبرتا.

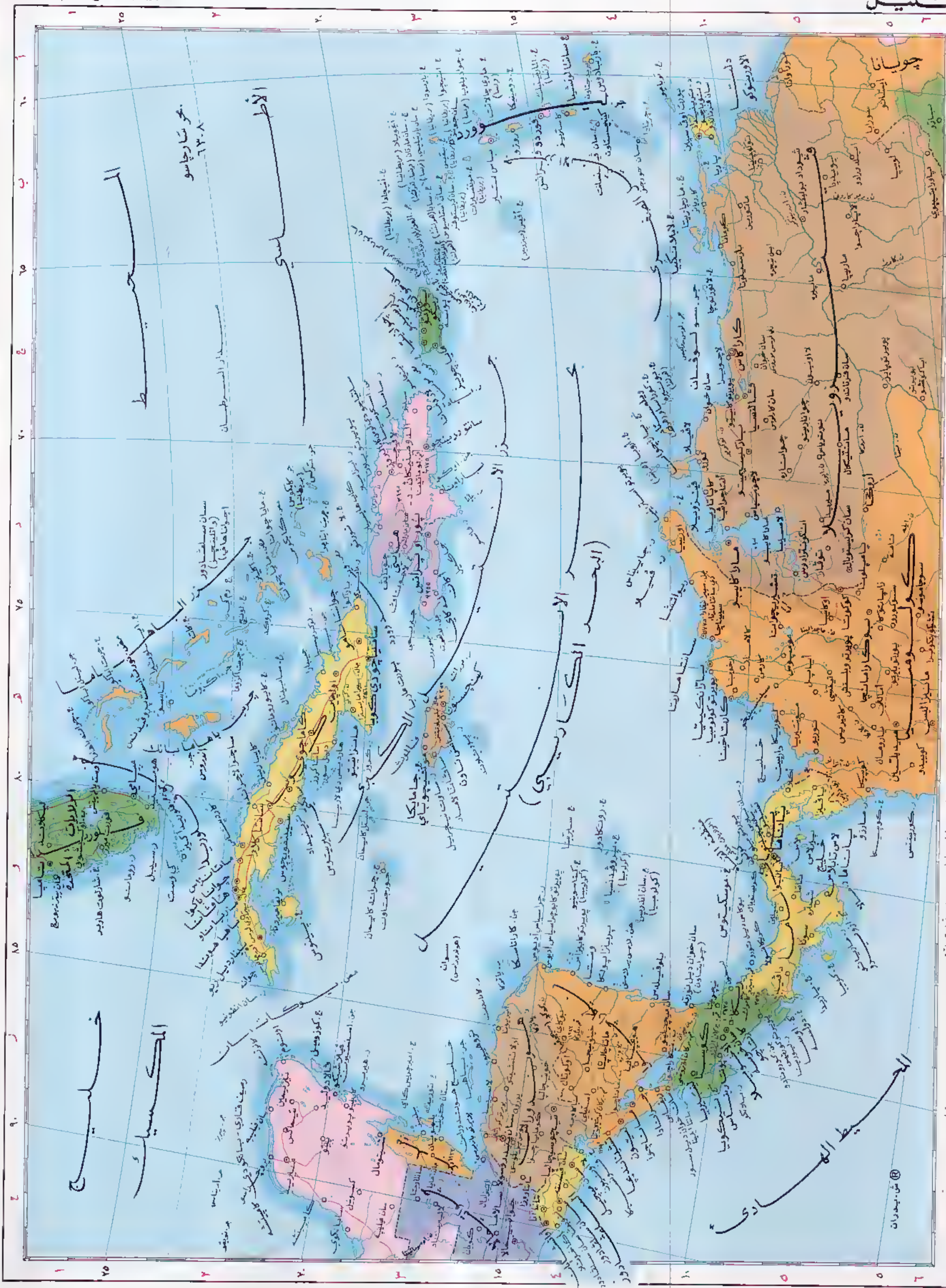


كندا: تكسر الأمواج في جون هدسون.



كندا: بحيرة سابيريور في اونتاريو.




المحيط الأطلسي
البحر الكاريبي
خليج المكسيك
المحيط الهادي



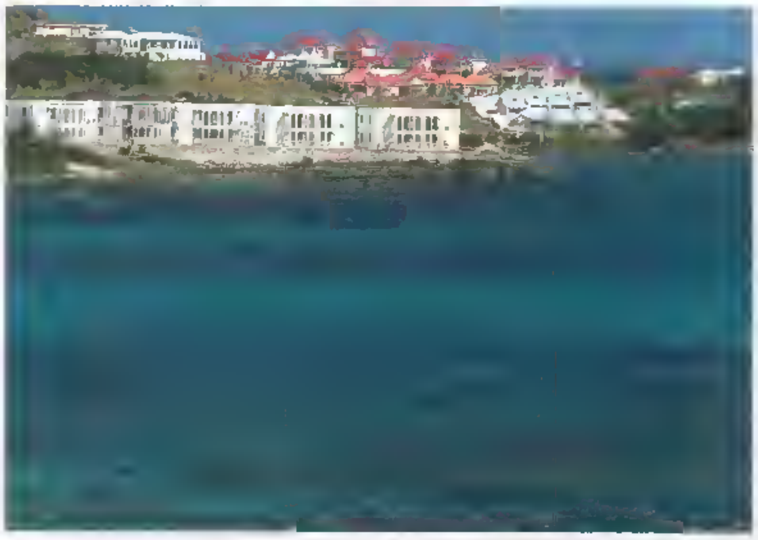
عام ١٩١٤، شقّت الولايات المتحدة قناة باناما، مفسحة المجال أمام السفن للإنتقال بين المحيطين: الأطلسيّ والهادىء، في مدّة أقصاها ثماني ساعات، مختصرة بذلك آلاف الكيلومترات فيما لو أجبرت هذه السفن على الإلتفاف حول أميركا الجنوبية.

«معبد المحاربين» بُني في عهد المايا (بين ٦٠٠ و١٢٠٠ بعد المسيح)، وتمّ اكتشافه في أواسط القرن التاسع عشر بعد أن ظلّ قروناً طويلة مطموراً في الغابة. ويُظهر المعبد مدى رونق هذا الفنّ الحضاريّ المكسيكيّ.





جزيرة چوادبلوب: **جزيرة تير دو هو.**



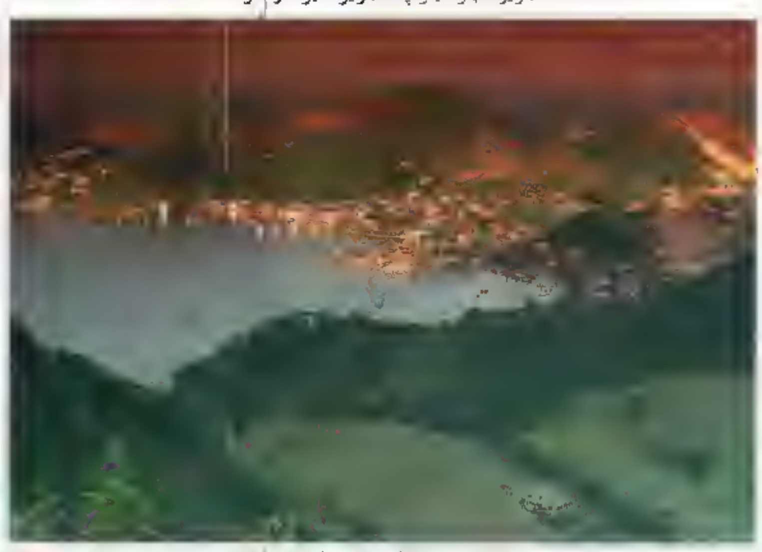
جزيرة سان مارتان: **منازل في الجزيرة.**



جزيرة چواديلوب: **جزيرة تير دو هو.**



جزيرة چوادبلوب: **منازل متميّزة بالقرميد الأحمر.**



جزيرة چواديلوب: **مغيب الشمس على جزيرة تير دو هو.**



جزيرة المارتينيك: **مراكب لصيد الأسماك.**



كوستاريكا: **مركز سياحي، أرض الأحلام.**



كوستاريكا: **ممر هدجيرو.**



جزيرة سان بارتيليمي: **مشهد للجزيرة**.



جزيرة سان بارتيليمي: **مشهد جوّي للجزيرة**.



جزيرة سان بارتيليمي: **مشهد للعاصمة جوستافيا**.



جامايكا: **أشجار جوز الهند**.



جزيرة سان بارتيليمي: **خليج سان جون**.



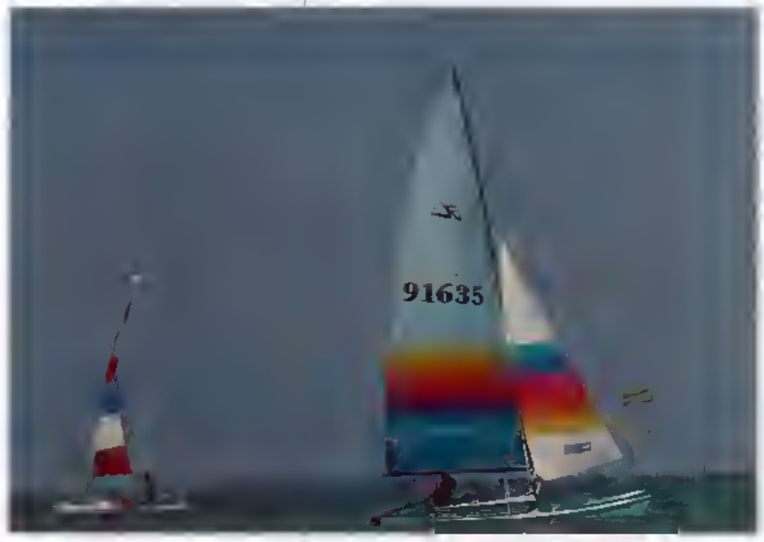
جامايكا: **الورد الأحمر البري**.



جزيرة سان مارتان: **بزوغ الفجر على الشاطىء**.



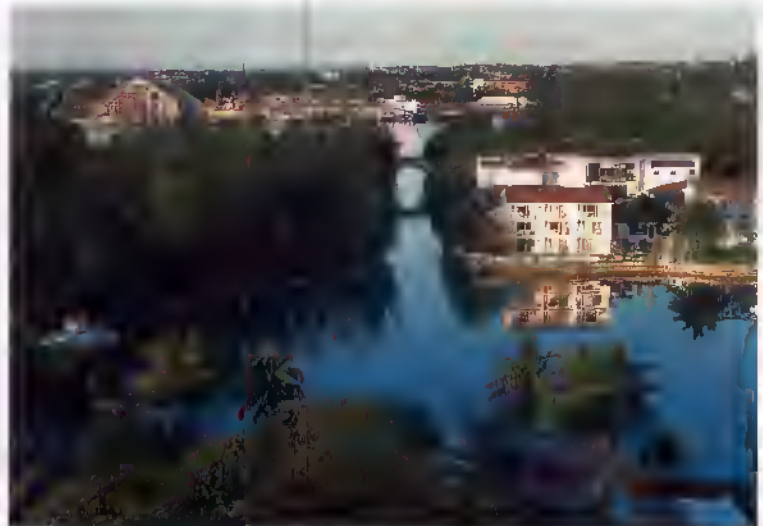
جزيرة سان مارتان: **مشهد للبواخر السياحية على شاطىء الجزيرة**.



جزيرة جراند باهاما: **المراكب الشراعية.**



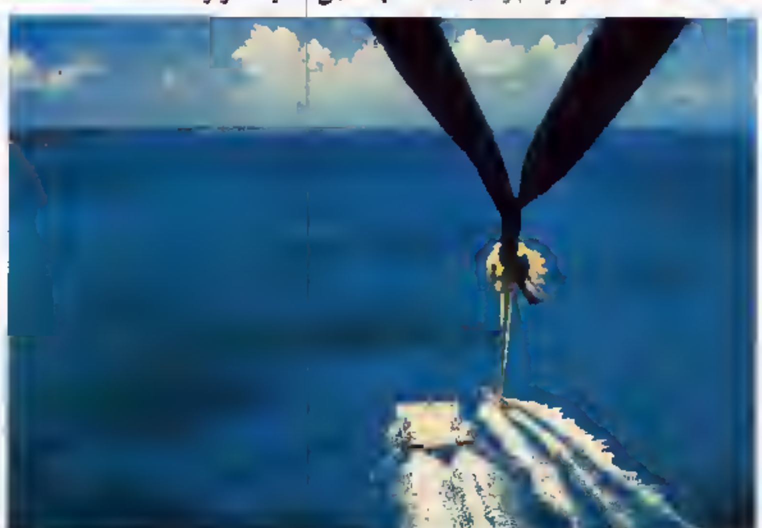
جزيرة جوادبلوب: **الشاطىء الرملي الأبيض.**



جزيرة جراند باهاما: **مشهد لمبنى نادي الجزيرة.**



جزيرة جواديلوب: **أشجار جوز الهند على شاطىء الجزيرة.**



جزيرة جراند كايمان: **ممارسة رياضة التزلج المائي على شاطىء الجزيرة الذي يمتد طوله ١٠ كم.**



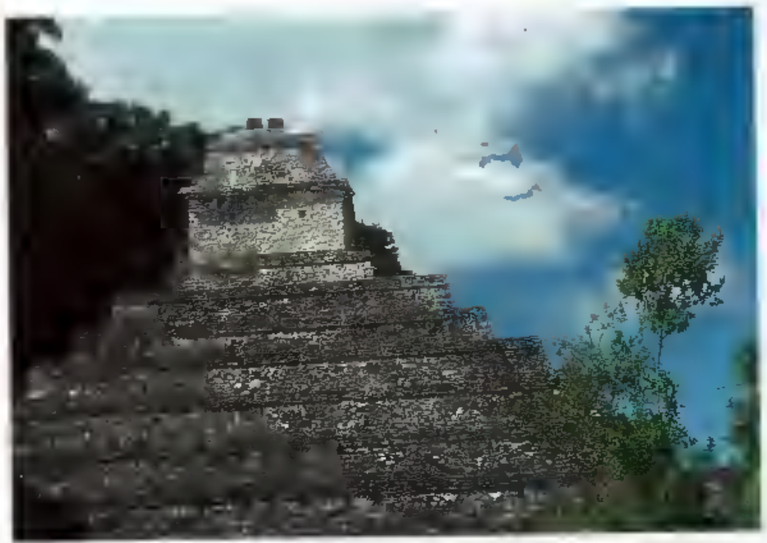
جزيرة جواديلوب: **زراعة الموز في الأراضي المنخفضة.**



جزيرة جراند كايمان: **مشهد لسلحفاة بحرية، وهذا النوع يربى في مزارع خاصة.**



جزيرة جوادبلوب: **الزهور البرية في غابات المطر.**



المكسيك: معبد من آثار المايا في مدينة بالنچكي.



المكسيك: كاتدرائية في مدينة مكسيكو.



المكسيك: مقبرة پاكال من آثار المايا في مدينة پالنچكي.



المكسيك: أهرام من آثار زاپوتك في مدينة مونتالبان.



المكسيك: من آثار الاولميك في مدينة تيوتيواكان.



المكسيك: من آثار المايا في مدينة پالنچكي.



المكسيك: من آثار التولتيك في مدينة تولا.



المكسيك: معبد المايا في سيرا مادري، شياپاس.

أميركا الوسطى : الاقتصاد



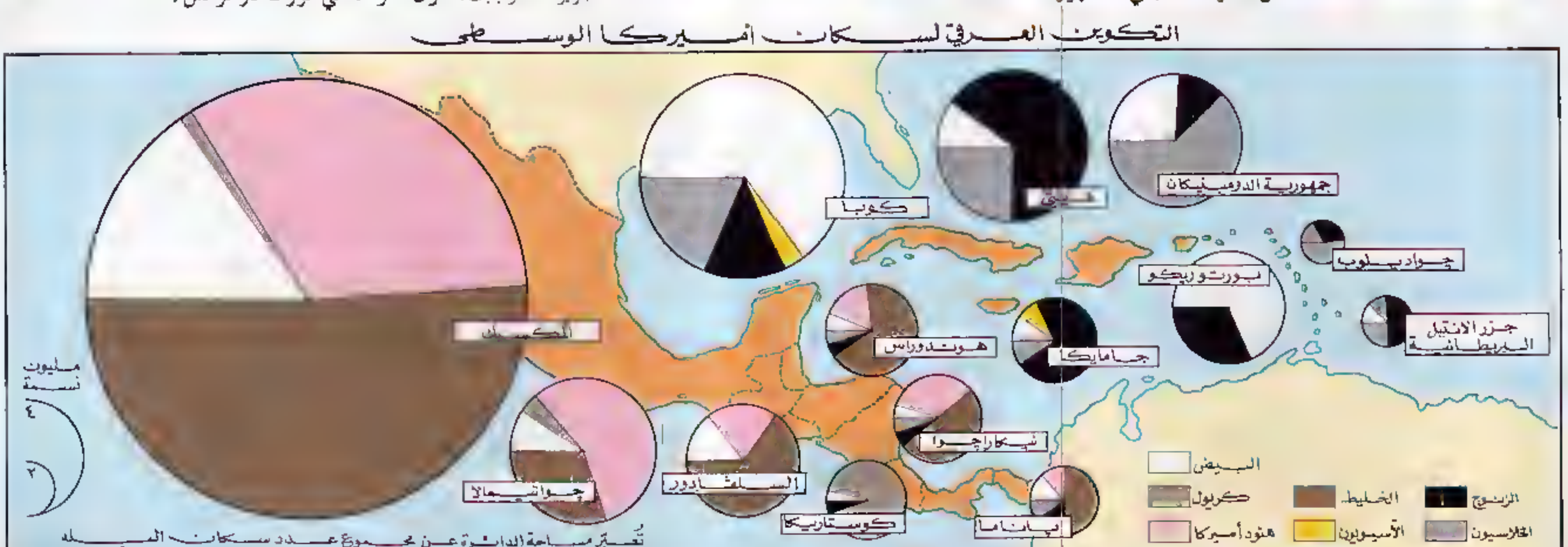

المكسيك: بائعو الخضار والفاكهة.


المكسيك: شاطىء بورتا تشيفانو.

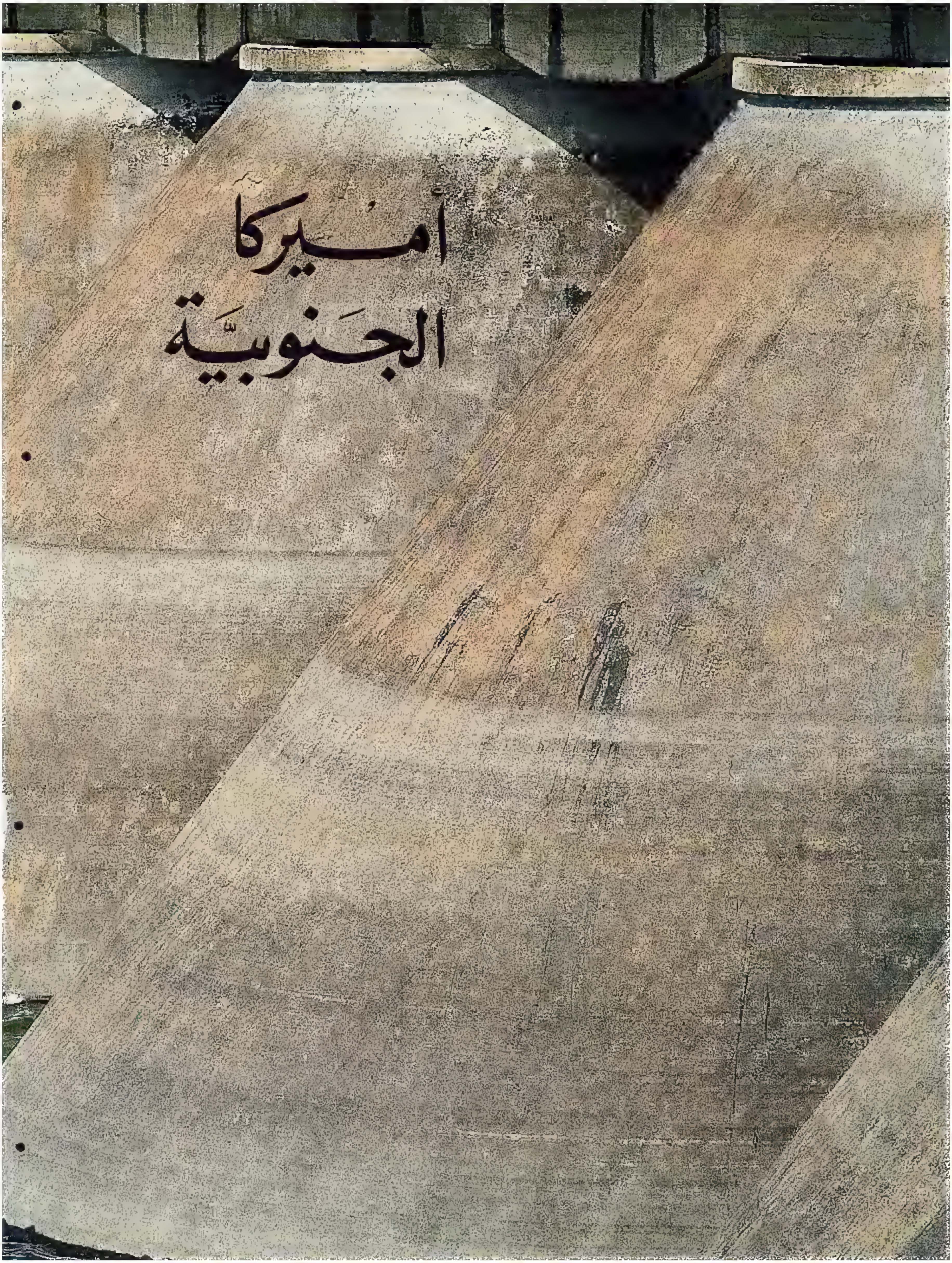

جزيرة المارتينيك: سوق الفواكه في فورت دو فرانس.

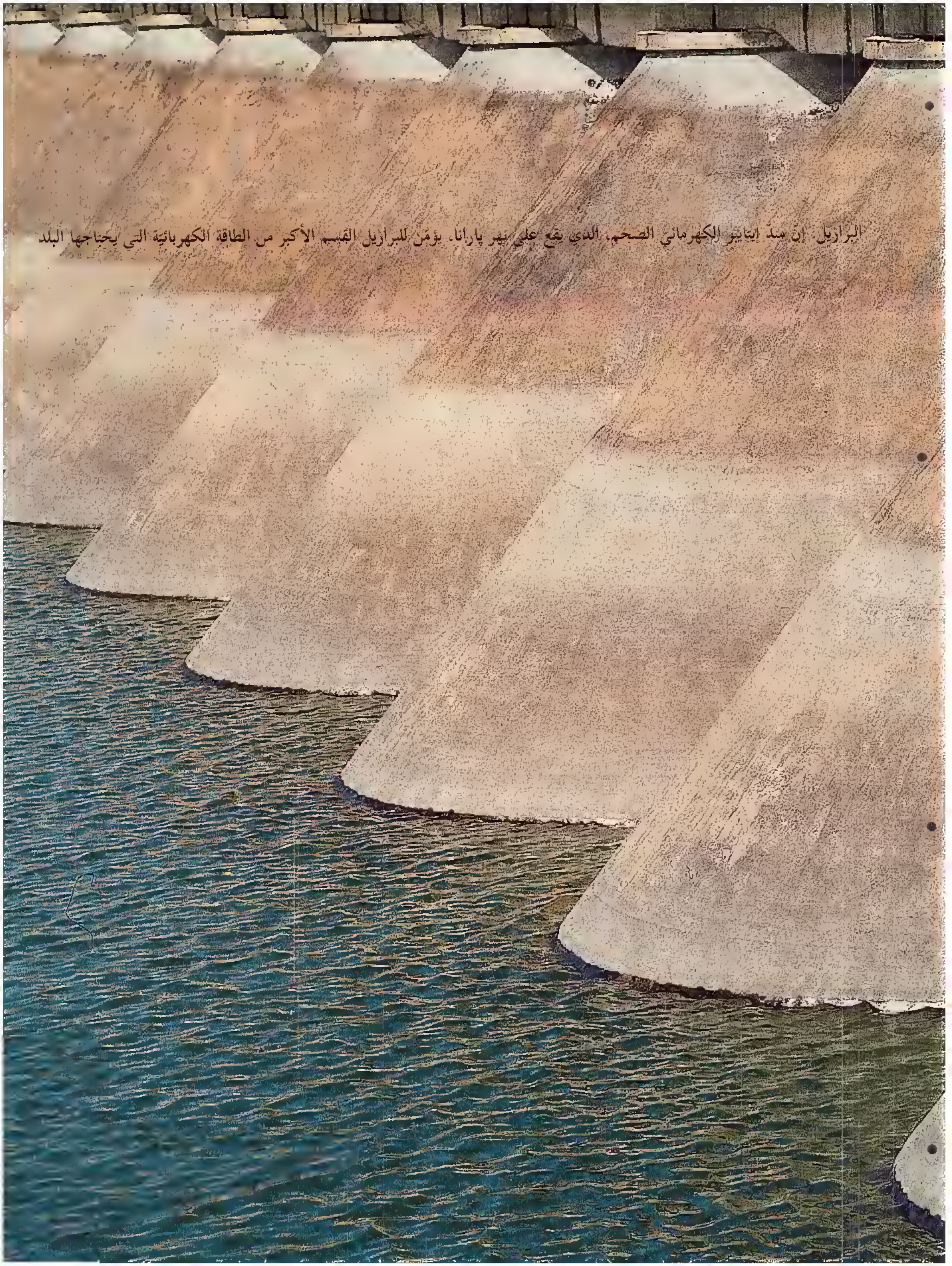

المكسيك: الفلفل الحرّ المكسيكي المشهور.

التكوين العرقي لسكان أميركا الوسطى



أميركا الجنوبيَة





البرازيل. إنّ سدّ إيتايبو الكهرمائي الضخم، الذي يقع على نهر بارانا، يؤمّن للبرازيل القسم الأكبر من الطاقة الكهربائيّة التي يحتاجها البلد



أميركا الجنوبية

أميركا الجنوبية هي رابع أكبر قارة بين قارات العالم السبع (بعد آسيا وأفريقيا وأميركا الشمالية) [illegible]

[illegible]

البيئة الطبيعية

[illegible]

التاريخ الجيولوجي

[illegible]

المناظر الطبوغرافية

[illegible]

[illegible]



الأمازون منطقة من الأراضي المتموّجة بشكل خفيف. إلى الجنوب، تمتدّ الوديان القليلة العمق والسهول المستوية التي تشكّل الچران شاكو والپامپاس، اللذين يندمجان بالرقّات (ج: رقّة: سهل معرّض للإنغمار بمياه الفيضان أو ناشىء عن الأتربة التي تخلّفها مياه الفيضان) السَبِخة لنهرَي پاراچواي وپارانا.

الموارد المائيّة

تُصرف مياه القسم الأكبر من أميركا الجنوبيّة إلى المحيط الهادىء عبر ثلاثة أنظمة نهريّة: الأمازون والأورينوكو والپاراچواي – پارانا. ويؤمّن أيضاً كلّ من هذه الأنهار الكبيرة الوصول إلى داخليّة القارّة. يصرّف نهر سان فرانسيسكو الأصغر حجماً مياة شمال شرق البرازيل. ويصرّف عدد كبير من الأنهار الصغيرة نسبيّاً مياة سفوح الأند المشرفة على البحر الكاريبي والمحيط الهادىء؛ وأهمّ هذه الأنهار نهر ماچدالينا ورافده نهر كاوكا. وقد وفّر هذا النظام، الذي يجري شمالاً عبر وديان الأند في غرب كولومبيا ليصبّ في البحر الكاريبي، طريقاً تقليديّة إلى الداخل. سمح عدد لا حصر له من المجاري الأنديّة القصيرة بزراعة الأرض طوال قرون في الاكوادور والپيرو والتشيلي وشمال غرب الأرجنتين. تنطوي المجاري المائيّة في جبال الأند ومرتفعات چويّانا والبرازيل على قدرة هائلة من الطاقة الكهربيمائيّة، ويؤمّن المشروع الكهربيمائيّ في وادي ريو مانتارو في أند الپيرو معظم كميّة الكهرباء التي تستهلكها مدينة ليما.

تحتوي أميركا الجنوبيّة على عدد قليل من البحيرات الكبيرة. ويقع الكثير من البحيرات الكبيرة الدائمة على ارتفاع عالٍ نسبيّاً في جبال الأند. ومن أكبر هذه البحيرات بحيرة تيتيكاكا وبحيرة پوپو في بوليڤيا؛ وبحيرات بوينوس ايرس وأرجنتينو وناول واپي في الأرجنتين؛ وبحيرة ڤالنسيا في ڤينزويلا.

المناخ

تسود في أميركا الجنوبيّة أنظمة مناخيّة حارّة نسبيّة. يمتدّ، فوق كامل القارّة تقريباً وعلى طول خطّ الإستواء، حزامٌ من المناخ الاستوائيّ الرطب الذي يندرج شمالاً وجنوباً إلى مناطق عريضة يقلّ فيها طول موسم المطر وكميّة المطر الساقط. تتميّز هذه المناطق بصيف رطب وشتاء جافّ، وتتعرّض لفترات طويلة من الجفاف. يشكّل الجفاف مشكلة خطيرة جدّاً في شمال شرق البرازيل وعلى طول ساحل ڤينزويلا وكولومبيا الشماليّ. تمتدّ المناطق التي تشهد مناخاً استوائيّاً ماطراً ومناخاً مداريّاً يتناوب فيه الموسم الرطب والموسم الجافّ على طول ساحل الهادىء في كلّ من كولومبيا والاكوادور، لكنّها تشهد تحوّلاً سريعاً في الجنوب إلى المناخ الجافّ، الذي يسود ساحل الپيرو وشمال التشيلي. في النصف الشماليّ من أميركا الجنوبيّة، لا يسود المناخ البارد إلّا في سلسلة جبال الأند. تنخفض درجات الحرارة مع الإرتفاع، فيتحوّل المناخ الإستوائيّ السائد في الأراضي المنخفضة والسفوح الواطئة إلى مناخ شبه استوائيّ ومناخ معتدل في المناطق المتوسّطة الإرتفاع، ثمّ إلى مناخ ألپيّ بارد في أعالي الجبال.

جنوب مدار الجدي، تشهد أميركا الجنوبيّة شتاء معتدل البرودة إلى بارد، وصيفاً معتدل البرودة إلى دافىء. يتلقّى جنوب التشيلي كميّة كبيرة من الهواطل، بفعل العواصف الزوبعيّة التي تأتي من المحيط الهادىء في الغرب. ينخفض معدّل حدوث العواصف – الذي يكون أكبر في الشتاء – باتّجاه الشمال عبر التشيلي، ما يخلق منطقة يسود فيها مناخ من النوع المتوسّطيّ، حيث الشتاء رطب ولطيف والصيف جافّ وحارّ. تحدّ هذه المنطقة أرضٌ صحراويّة، تمتدّ على طول الساحل حتى الاكوادور شمالاً. وتشمل هذه المنطقة الصحراويّة صحراء أتاكاما، وهي من أكثر الأمكنة جفافاً على الأرض. وتسيطر شروط شبه رطبة وجافّة إلى شرق الأند الجنوبيّة. ولكن، في الپامپاس والمرتفعات البرازيليّة الجنوبيّة، يميل الصيف إلى أن يكون رطباً، ويمكن أن تصل العواصف الزوبعيّة في الشتاء حاملةً معها المطر والطقس البارد. يسقط الثلج أحياناً فوق المرتفعات، ويمكن للصقيع أن يمتدّ شمالاً باتّجاه مدار الجدي ويلحق أضراراً فادحة بالمحاصيل.

الغطاء النباتيّ

تتوافق المناطق النباتيّة في أميركا الجنوبيّة بشكل وثيق مع المناطق المناخيّة. تتميّز المناطق ذات المناخ الاستوائيّ الرطب بغطاء كثيف من غابات المطر Selvas. تشكّل هذه الغابات أكبر منطقة حرجيّة في العالم، إذ تغطّي قسماً كبيراً من أميركا الجنوبيّة الإستوائيّة، وتشمل ساحل البرازيل والسفوح المنخفضة لجبال الأند؛ وتحتوي هذه الغابات على أشجار من ذوات الخشب الصلب الاستوائيّة وأشجار نخيل وسراخس شجريّة وخيزران ونباتات متسلّقة. تمتدّ الأحراج المبعثرة والأجمات الدغليّة في مناطق الشتاء الجافّ، خصوصاً على ساحل ڤينزويلا وفي شمال شرق البرازيل وفي الچران شاكو. بين هذه المناطق الجافّة نسبيّاً وغابة المطر، تمتدّ مناطق تغطّيها الأعشاب العالية (سفناء أو Campos) ومناطق تغطّيها الأعشاب والأشجار الخفيضة Campos Cerrados. ونجد غابات مختلطة (تحتوي على أشجار ذات أوراق معيلة[٢] وأشجار دائمة الخضرة على حدّ سواء) وغابات معيلة في جنوب البرازيل وفوق منحدرات الأند. في البرازيل، تتدرّج الغابة باتّجاه الجنوب إلى مناطق من المروج أو البراري المتموّجة تقطعها تلال محرّجة. يتميّز الچران شاكو بسهول كثيرة العشب وأحراج مبعثرة من الجُنَيْبات (الأعياص) الشائكة. وتشكّل منطقة الپامپاس في شرق ووسط الأرجنتين أكبر أرض عشبيّة معتدلة في أميركا الجنوبيّة. إلى الجنوب، تدلّ منطقة من السهوب العيصيّة[٣] Monte على الانتقال إلى الأجمات الخفيضة والأعشاب المبعثرة على شكل باقات التي تغطّي منطقة پاتاچونيا، الأكثر برودة وجفافاً. على ساحل الهادىء، يتدرّج الغطاء النباتيّ نحو الشمال من الغابة إلى الحرج المبعثر، ثمّ إلى الجنبات والعشب في وسط التشيلي، وأخيراً إلى العيص[٤] والنباتات الصحراويّة التي تطغى في شمال الپيرو وترتفع على سفوح الجبال.

الحياة الحيوانيّة

يمكن تصنيف أميركا الجنوبيّة، وأميركا الوسطى، والأراضي المنخفضة في المكسيك، والهند الغربيّة في منطقة جغرافيحيوانيّة واحدة، تُعرف عادة بالمنطقة الإستوائيّة الجديدة Neotropical Region. تتميّز الحياة الحيوانيّة في هذه المنطقة بتنوّعها وبغياب أيّ شبه بينها وبين حيوانات القارّات الأخرى، بما في ذلك أميركا الشماليّة، شمال الهضبة المكسيكيّة. تنتشر في أنحاء أميركا الجنوبيّة فصائل من الثدييات يقتصر تواجدها على المنطقة، ومنها نوعان فريدان من السعادين، وخفافيش ماصّة للدماء، والكثير من القوارض الغريبة. لا تضمّ المنطقة سوى نوع واحد من الدببة هو الدب المُنَظَّر؛ ولا تحتوي على أيّ نوع من الجياد أو الحيوانات النسيبة، باستثناء نوع من التابير؛ ولا تضمّ أيّ مجترات، باستثناء شبيهات اللاما (من فصيلة الجَمَليّات)، التي تشمل ألپاكا واللاما والفكّونة. ومن الحيوانات المميّزة أيضاً للقارّة، اليَچوَر (الجاچوار) والبَقَّري وآكل النمل العملاق والقُوَطّي. وتُظهر الطيور المزيد من الإنعزال والفرادة. هناك حوالى ٢٣ فصيلة و٦٠٠ جنس من الطيور التي يقتصر تواجدها على المنطقة الإستوائيّة الجديدة، إضافة إلى القسم الأكبر من فصائل مهمّة أخرى، مثل فصيلة الطيور الطنّانة (٥٠٠ نوع) والتَّناجر والمقّو، علاوة على مجموعة كبيرة ومنوّعة من الطيور البحريّة. تشمل الطيور الكبيرة الرّيّة والكندور والتّحام. وتشمل الزواحف البواء والأناكُنْدة؛ كما تتواجد الإيجوانا والكَيْمن والتمساح في الكثير من المناطق. تُعرف أسماك المياه العذبة في القارّة بتنوّعها ووفرتها. وتميّز المقصوريّة المناطقيّة أيضاً الحشرات وغيرها من اللافقاريّات. في الإجمال، تُعتبر الحياة الحيوانيّة في أميركا الجنوبيّة محليّة ومتميّزة أكثر من حيوانات أيّ قارّة أخرى عدا أستراليا؛ إنّ أكثر من أربعة أخماس الأنواع الحيوانيّة في أميركا الجنوبيّة مقصورة على حدود القارّة الجغرافيحيوانيّة. تشكّل جزر الچالاپاچوس موطناً لزواحف وطيور لا تعيش في أيّ مكان آخر في العالم، ومنها سلحفاة الچالاپاچوس العملاقة وشُرْشور داروين وبطريق الچالاپاچوس.

الموارد المعدنيّة

تتمتّع أميركا الجنوبيّة بموارد معدنيّة متنوّعة، لم يُستغَلّ الكثير منها بعد، على نطاق واسع. تتوزّع الطبقات المعدنيّة في أنحاء القارّة، لكنّ بعض المناطق معروفة بغناها الكبير بالموارد المعدنيّة. في الأند، استُخرج المُثْبِر المحتوي على الذهب في مناطق مختلفة منذ ما قبل عهد الاستعمار. أنتجت الجبال، بين وسط الپيرو وجنوب بوليڤيا، الفضّة والزئبق في عهد الإستعمار، وهي تنتج اليوم معادن صناعيّة مثل النحاس والقصدير والرصاص والزنك. يُستخرَج النحاس من مناجم كبيرة في شمال ووسط التشيلي وفي وسط وجنوب الپيرو. وتمتدّ منطقة غنيّة بالمعادن تحتوي على البوكسيت والحديد الخام والذهب، بين مدينة بوليڤار وشمال سورينام، قرب الطرف الشماليّ لمرتفعات چويّانا. في شرق وسط البرازيل، اكتُشفت في عهد الإستعمار مناجم ذهب وماس غنيّة جدّاً، لا يزال بعضها منتجاً إلى اليوم. إنّ أميركا الجنوبية منتج هامّ للمعادن النادرة، غير أنّ الإحتياطيّ الضخم من الحديد الخام العالي النوعيّة والكميّات الأقلّ نسبيّاً من البوكسيت، هي أكثر أهميّة بالنسبة للقوّة الصناعيّة الناشئة في القارّة.

تفتقر أميركا الجنوبيّة إلى مناجم فحم كبيرة. ويتواجد الفحم على شكل تراكمات مبعثرة وصغيرة نسبيّاً في الأند وجنوب البرازيل. شكّل الفحم وقوداً هامّاً للصناعة والنقل في التشيلي وكولومبيا والبرازيل بشكل رئيسيّ. من جهة أخرى، يتوزّع النفط على نحو واسع في القارّة. ويقع معظم احتياطيّ القارّة من النفط والغاز الطبيعيّ في أحواض بنيويّة[٥]، واقعة في معظمها على طول الأطراف الشرقيّة للأند وفي الجبال نفسها، من ڤينزويلا إلى فويجو (أرض النار). تقع أكبر الحقول المعروفة في منطقة بحيرة ماراكايبو في ڤينزويلا. ونجد تراكمات أخرى في شمال كولومبيا والاكوادور والپيرو، وجنوب الأند في شرق ووسط ڤينزويلا، وشرق الجبال مباشرة في كولومبيا والاكوادور والپيرو وبوليڤيا والأرجنتين والتشيلي.

---

(٢) معيلة: أشجار تسقط أوراقها عند اقتراب موسم البرد.

(٣) العيصية: سهل واسع خالٍ من الشجر.

(٤) العيص: أشجار خفيضة.

(٥) بنيويّة: بنائيّ انشائيّ متعلّق بالبنية.

التطوّر الاقتصادي

كانت أميركا الجنوبيّة، تاريخيّاً، منطقة مستعمرة تعتمد في اقتصادها على تصدير السلع الزراعيّة والمعدنيّة، لكنّها شهدت، منذ ثلاثينات القرن العشرين، نموّاً وتنوّعاً في معظم قطاعاتها الاقتصاديّة. بعد الحرب العالميّة الثانية (١٩٣٩ – ١٩٤٥) أدّت السياسات المحليّة لاستبدال الواردات (صنع السلع التي كانت تُستورد في السابق محليّاً) إلى إعادة بناء وتوجيه الصناعة. لم تتوزّع فوائد هذا النموّ الاقتصاديّ السريع بشكل متساوٍ، بل تراكمت أكثر في المدن الكبيرة وضواحيها. إنّ تطوّر التجارة الحرّة، الذي بدأ في أواخر الستينات مع الحلف الأنديّ واستمرّ إلى التسعينات مع السوق المشتركة Mercosur[٦] والإتفاقيّة الشمالأميركيّة للتجارة الحرّة Nafta، قد زاد إلى حد بعيد من امكانيّات أميركا الجنوبيّة لتحقيق النموّ الاقتصاديّ.

الزراعة

يذهب معظم الإنتاج الزراعيّ والحيوانيّ في أميركا الجنوبيّة للإستهلاك المحلّي والأسواق الداخليّة. ومع ذلك، فإنّ المداخيل من الصادرات الزراعيّة كبيرة جدّاً في الكثير من بلدان أميركا الجنوبيّة. ونشكّل معالجة المنتجات الزراعيّة وتسويقها محليّاً وتصديرها جزءاً كبيراً من النشاط التجاريّ والصناعيّ. تؤمّن الزراعة، مع الصيد وصيد الأسماك والحراجة حوالى ١٢٪ من الناتج المحلّي الإجماليّ في القارّة، إلّا أنّها تشغّل أكثر من ٣٠٪ من اليد العاملة في بوليڤيا والباراچواي والپيرو والاكوادور، وبين ٢٠ و٣٠٪ في كولومبيا والبرازيل وچويّانا، وأقلّ من ٢٠٪ في سورينام والتشيلي والأوروچواي وڤينزويلا والأرجنتين وچويّانا الفرنسيّة.

تتركّز أكثر أشكال الزراعة التجاريّة كثافةً قرب المدن، وتشكّل المنتجات القابلة للتلف، مثل الخضر والفواكه والمواد اللبنيّة، المنتجات الرئيسيّة في هذه المناطق. أمّا أماكن إنتاج السلع الأساسيّة، مثل محاصيل الجذور والفاصولياء والذرة، فأكثر تفرّقاً من ذلك. وتُزرع هذه المحاصيل في الكثير من المناطق، ضمن مزارع كفافيّة وفي ظروف مناخيّة غير مؤاتية أو في تربة فقيرة. يُزرع القمح والأرزّ حيثما تكون الظروف ملائمة. تنتشر تربية الأبقار المنتِجة للّحم للإستهلاك المحلّي، على نحو واسع في أنحاء القارّة، وتشكّل تربية الأبقار المنتِجة للّحم المخصّص للتصدير، نشاطاً هامّاً في الأرجنتين والأوروچواي والباراچواي وكولومبيا. تُمارَس الزراعة الموجَّهة للتصدير في المناطق الإستوائيّة والمعتدلة، حيث أفضل الأراضي الصالحة للزراعة وحيث يسهل الوصول إلى المرافىء. يشكّل البنّ أهمّ محصول في المناطق الإستوائيّة. ويُنتج البن في المرتفعات، خصوصاً في جنوب شرق البرازيل وفي غرب وسط كولومبيا. يشكّل الكاكاو منتوجاً زراعيّاً هامّاً في شرق البرازيل وغرب وسط الاكوادور. يُزرَع الموز وقصب السكّر في أنحاء المنطقة الإستوائيّة، ويذهب القسم الأكبر من الإنتاج إلى الأسواق المحليّة. يُزرع الموز للتصدير في كولومبيا وغرب الاكوادور؛ ويُنتَج قصب السكّر للتصدير في المنطقة الساحليّة من الپيرو وچويّانا وسورينام. يُزرع القطن، منذ عشرات السنين، في المنطقة الساحليّة من الپيرو لغايات التصدير. ويُزرع أيضاً القطن وقصب السكّر (للتصدير والأسواق المحليّة على حد سواء) في شمال شرق وجنوب شرق البرازيل. في جنوب شرق البرازيل، أصبح فول الصويا منذ السبعينات محصولاً هامّاً للتصدير. وليس فول الصويا بمثل هذه الأهميّة في الأرجنتين، حيث سمحت تربة المروج الخصبة بإنتاج ذي أهميّة عالميّة من الحبوب والمواشي. ويشكّل القمح والذرة وبزر الكتّان ولحم البقر ولحم الغنم والجلود والصوف التي تنتجها الأرجنتين سلعاً هامّة جدّاً في التجارة العالميّة. وتصدّر الأوروچواي، منذ عهد بعيد، عدداً من منتجاتها ولا سيّما الصوف والجلود.

الحراجة وصيد الأسماك

تغطّي الغابات ٥٠٪ من مساحة أميركا الجنوبيّة وتزخر البحار المحيطة بالقارة، بالحياة البحريّة. لكنّ الحراجة وصيد الأسماك يشكّلان نشاطاً محدوداً موجّهاً للأسواق المحليّة في معظم دول أميركا الجنوبيّة. إلّا أنّ القارّة تصدّر بعض الأخشاب الإستوائيّة الصلبة والليّنة، ويأتي قسم كبير من الأخشاب المصدّرة من حوض الأمازون، حيث تُزال مساحات شاسعة من الغابات وتحوّل إلى مراعٍ وأراضٍ زراعيّة. ومن الصادرات الحرجيّة، هناك أيضاً خشب الصنوبر من جنوب البرازيل وجنوب وسط التشيلي، إضافة إلى بعض الخشب اللبابيّ. زُرعت مساحات كبيرة من الغابات التجاريّة في كلّ من التشيلي والبرازيل. وقد لعب انتشار زراعة شجر الأوكالپتوس لتأمين حطب الوقود وللإستعمال في الصناعات الخشبيّة والبناء، دوراً هامّاً من الناحية التاريخيّة.

تشكّل المياه القريبة من سواحل الهادىء أهمّ مسامك (ج: مَسمَك: موطن يُصاد فيه السمك) أميركا الجنوبيّة. تُصاد كميّات كبيرة من البَلَم، المستعمَل لصنع دقيق السمك، قبالة السواحل الپيروڤيّة والتشيليّة، إلّا أنّ فرط الصيد قد تسبّب مؤخّراً بخفض حجم المَصيد. وتُصاد أسماك التونة قبالة السواحل الاكوادوريّة والپيروڤيّة. وتشكّل القشريّات صيداً مهمّاً في مياه التشيلي والبرازيل وچويّانا.

(٦) Mercosur: سوق مشتركة تضمّ البرازيل، الأرجنتين، الباراچواي والأوروچواي، تأسّست سنة ١٩٩١.

التعدين

يجري معظم النشاط التعدينيّ المخصّص للتصدير على نطاق واسع جدّاً. إنّ السيطرة القديمة العهد للشركات الأجنبيّة على عمليّات التعدين في أميركا الجنوبيّة، تخفّ شيئاً فشيئاً بسبب الضغوطات السياسيّة القوميّة. يشكّل النفط والنحاس والبوكسيت والحديد الخام السلع الرئيسيّة من حيث القيمة والحجم، إلّا أنّ الصادرات المعدنيّة تتميّز بتنوّع كبير. إنّ أميركا الجنوبيّة إحدى المناطق الهامّة المنتِجة للرصاص والزنك والمنغنيز والقصدير في العالم. تنتج جميع بلدان أميركا الجنوبيّة كميّة معيّنة من المعادن، إلّا أنّ كميّة النفط والغاز المنتجّة في ڤينزويلا تشكّل أكثر من نصف القيمة الاجماليّة لإنتاج القارّة. يلعب إنتاج المعادن دوراً هامّاً جدّاً في اقتصاد بلدان عدّة في أميركا الجنوبيّة. يطغى النفط الخام والمكرّر ومشتقّاته على صادرات ڤينزويلا؛ ولا تعتمد سورينام وبوليڤيا والتشيلي بهذا القدر على الصادرات المعدنيّة. وفي السنوات الأخيرة، اعتمدت الپيرو والاكوادور إلى حدّ بعيد على بيع المعادن. تؤمّن هذه الصادرات المداخيل لخزانة الدولة، لكنّ التعدين لا يساهم سوى بنسبة ضئيلة في الناتج المحلّي الإجمالي والتوظيف في القارّة. مع ذلك، فإنّ السلع المعدنيّة مهمّة جدّاً لتزايد التنوّع الصناعيّ في أميركا الجنوبيّة.

الصناعة

في أواخر السبعينات، أصبحت الصناعة تؤمّن ٢٥٪ على الأقلّ من الناتج المحلّي الإجماليّ؛ وكانت هذه النسبة قد وصلت إلى ٢٠٪ في ١٩٥٦، حيث فاقت أهميّة الصناعة، لأوّل مرّة، الزراعة والتجارة والقطاع الماليّ مجتمعة. في أواخر الثمانينات، أمّن القطاع الصناعيّ أكثر من ٣٠٪ من الناتج المحلّي الإجماليّ في الأرجنتين وڤينزويلا والبرازيل والتشيلي وكولومبيا والپيرو والأوروچواي والاكوادور.

تبقى معالجة السلع الزراعيّة أكثر الصناعات أهميّة وانتشاراً، حتى في الأرجنتين والبرازيل، أكثر بلدان أميركا الجنوبيّة تصنّعاً. ويشكّل تركيز وتكرير وتنقية المعادن نشاطاً صناعيّاً مهمّاً أيضاً، إلّا أنّه يميل إلى التواجد قرب مناجم المعادن. ومن جهة أخرى، تتركّز صناعات أخرى – مثل تكرير النفط، وصناعة الحديد والفولاذ والاسمنت، وصناعة السلع الاستهلاكيّة مثل النسيج والمشروبات والمركبات السيّارة والتجهيزات الكهربائيّة والميكانيكيّة والمنتجات البلاستيكيّة – داخل المدن الكبرى وفي جوارها.

في الماضي، تطوّر القطاع الصناعيّ في بلدان أميركا الجنوبيّة تحت حماية الدولة. وبالرغم من أنّ الكثير من الصناعات لا تزال تعمل بترخيص من شركات أجنبيّة أو تتبع لها، فقد اشتركت الحكومات القوميّة بشكل مباشر، منذ الثلاثينات، في الصناعات الثقيلة مثل صناعة الحديد والفولاذ وتجميع المركبات السيّارة وبناء السفن. في بعض البلدان، يتمّ صنع الأدوات الآليّة والطائرات والمركبات العسكريّة للتصدير. غير أنّ النموّ الصناعيّ لا يزال يواجه مشكلات عدّة: صغر الأسواق المحليّة، عدم توفّر التكنولوجيا الكافية والملائمة، وضعف شبكات النقل والتوزيع. منذ ١٩٩٢، بدأت الحكومات في عدد من البلدان، منها ڤينزويلا والأرجنتين والتشيلي والبرازيل، ببيع الصناعات المؤمّمة بهدف تحقيق فوائد ماليّة سريعة، وأملاً بتحقيق فعاليّة أكبر بكلفة أقل. شمل هذا التخصيص صناعات النقل والإتصالات، وأدّى بوجه عام إلى ازدياد نسبة البطالة وارتفاع كبير في أسعار السلع والخدمات.

الطاقة

يشكّل النفط والغاز الطبيعيّ مصدرَي الطاقة الرئيسيّين في أميركا الجنوبيّة. إلّا أنّ مصادر طاقة أكثر بداءة، مثل الحطب والفحم النباتيّ، لا تزال واسعة الاستعمال في الصناعة، واحياناً في صنع الحديد والفولاذ أو في تكرير السكّر. ويثير الاعتماد المطلق على النفط والغاز الطبيعيّ بعض القلق، نظراً إلى أنّ كولومبيا وڤينزويلا هما الدولتان الوحيدتان اللتان تتمتّعان بالإكتفاء الذاتيّ من النفط. يتأمّن توزيع النفط والغاز الطبيعيّ بواسطة شبكات كبيرة، إلى حدّ ما، من الأنابيب في كلّ من الأرجنتين وڤينزويلا وكولومبيا، وعبر شبكات أقلّ امتداداً في البلدان الأخرى. إلّا أنّ معظم شبكات الأنابيب في أميركا الجنوبيّة تنقل النفط الخام والغاز إلى مراكز التصدير بدلاً من الأسواق المحليّة. يتوفّر الفحم بكميّات صغيرة نسبيّاً، لكنه لعب دوراً هامّاً في إنشاء وتطوير النقل المائي والنقل بالسكّة الحديديّة والصناعة في مراحلها الأولى، في كلّ من التشيلي والأرجنتين والبرازيل وكولومبيا، إلّا أنّه لم يعد مصدراً مهمّاً للطاقة منذ زمن بعيد. يشكّل الكحول المشتقّ من قصب السكّر وقوداً هامّاً للسيّارات في البرازيل. لم تصبح الطاقة الكهربيمائيّة بديلاً قابلاً للتطبيق عن الطاقة الكهربائيّة الحراريّة إلّا منذ الخمسينات. وقد بدأ تطوير الطاقة الكهربيمائيّة في البرازيل والتشيلي وكولومبيا؛ تشكّل السعة الكهربيمائيّة اليوم أكثر من ٦٠٪ من سعة توليد الكهرباء في الباراچواي والبرازيل والأوروچواي وكولومبيا وبوليڤيا. وتشكّل ايضاً الطاقة الكهربيمائيّة مصدراً مهمّاً للطاقة في الپيرو والتشيلي والاكوادور وسورينام والأرجنتين، حيث تشكّل سعة توليد الطاقة الكهربيمائيّة أكثر من ٤٠٪ من مجمل سعة التوليد الإجماليّة. تتراوح محطّات توليد الطاقة الكهربيمائيّة من المنشآت الصغيرة التي تؤمّن الكهرباء للبلدات في الأقاليم والمنشآت الضخمة القائمة في الجزءين الأوسط والأعلى من حوض پارانا واللسانين المنبسطين العلويّ والسفليّ من نهر سان فرانسيسكو.



أمريكا الجنوبية الطبيعية



أميركا الجنوبية السياسية





حوالى المليونين ونصف المليون كيلومتر مربّع من أميركا الجنوبيّة (أمازونيا) تكسوها الغابات الإستوائيّة.
الأشجار والنباتات تبلغ من الكثافة، في بعض المناطق، درجة تحجب معها النور عن الأعين.
في هذا الخضمّ الأخضر، لا يوجد سوى فصل مناخيّ واحد هو الصيف الدائم؛
بحيث أنّ بداية يوم شديد الحرارة تولّد الغيوم والرعد، ما يسبّب، في فترة بعد الظهر،
هطول أمطار غزيرة قد تبلغ أحياناً ضعف ما يهطل من أمطار في سهل البقاع خلال سنة كاملة.
إنّ غابات الأمازون هي بمثابة رئة العالم ومصدر ٣٣٪ من الأكسجين الموجود في الهواء.

إلى اليمين: منظر لشلّالات إيجواسو التي تقع على الحدّ الفاصل بين البرازيل والأرجنتين.



اميركا الجنوبية: **حيوان الجاجوار الشرس**.



اميركا الجنوبية: **العقاب، طائر ضخم وهو من فصيلة الكواسر**.

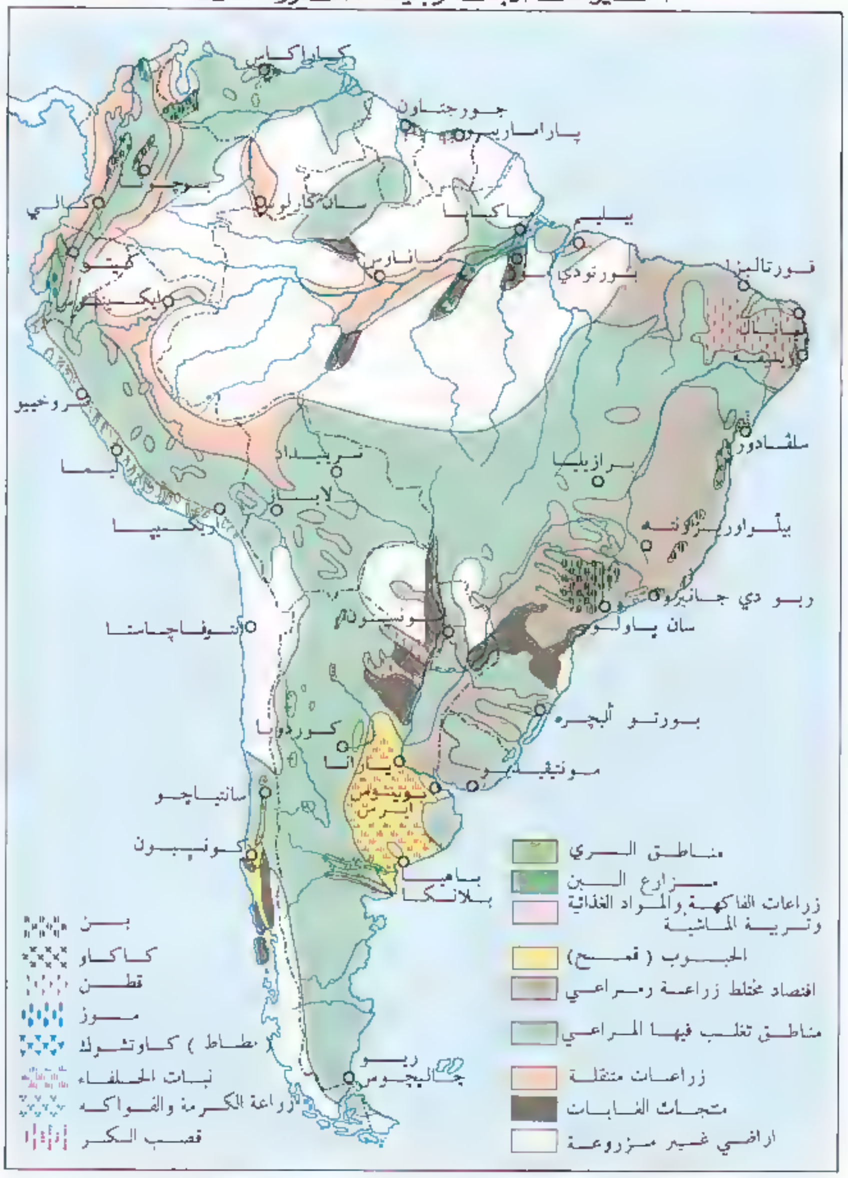


البيرو: **حيوان اللاما**.



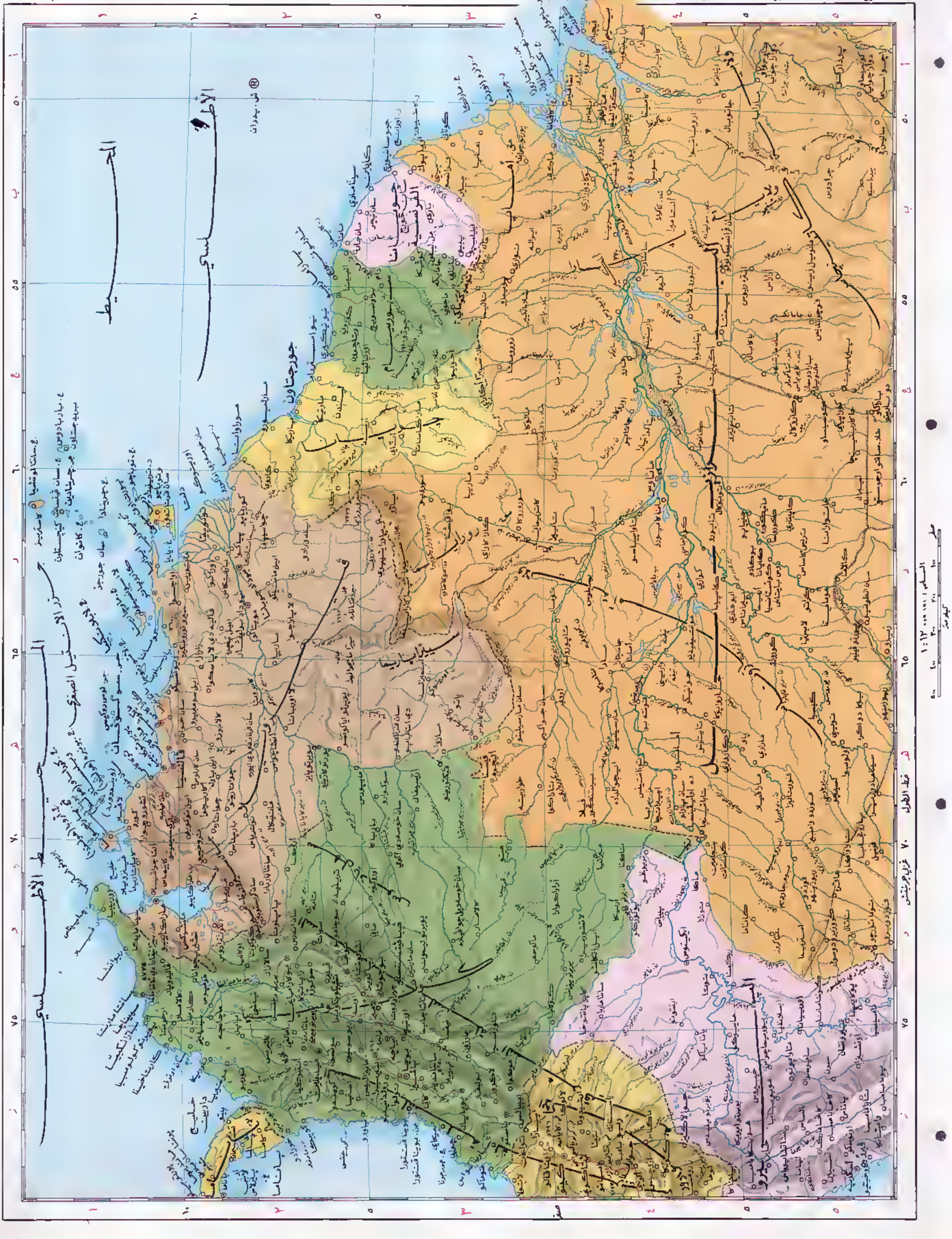
البيرو: **السهول العليا جنوب نهر ريو اوروبامبا**.

أميركا الجنوبية: الزراعة

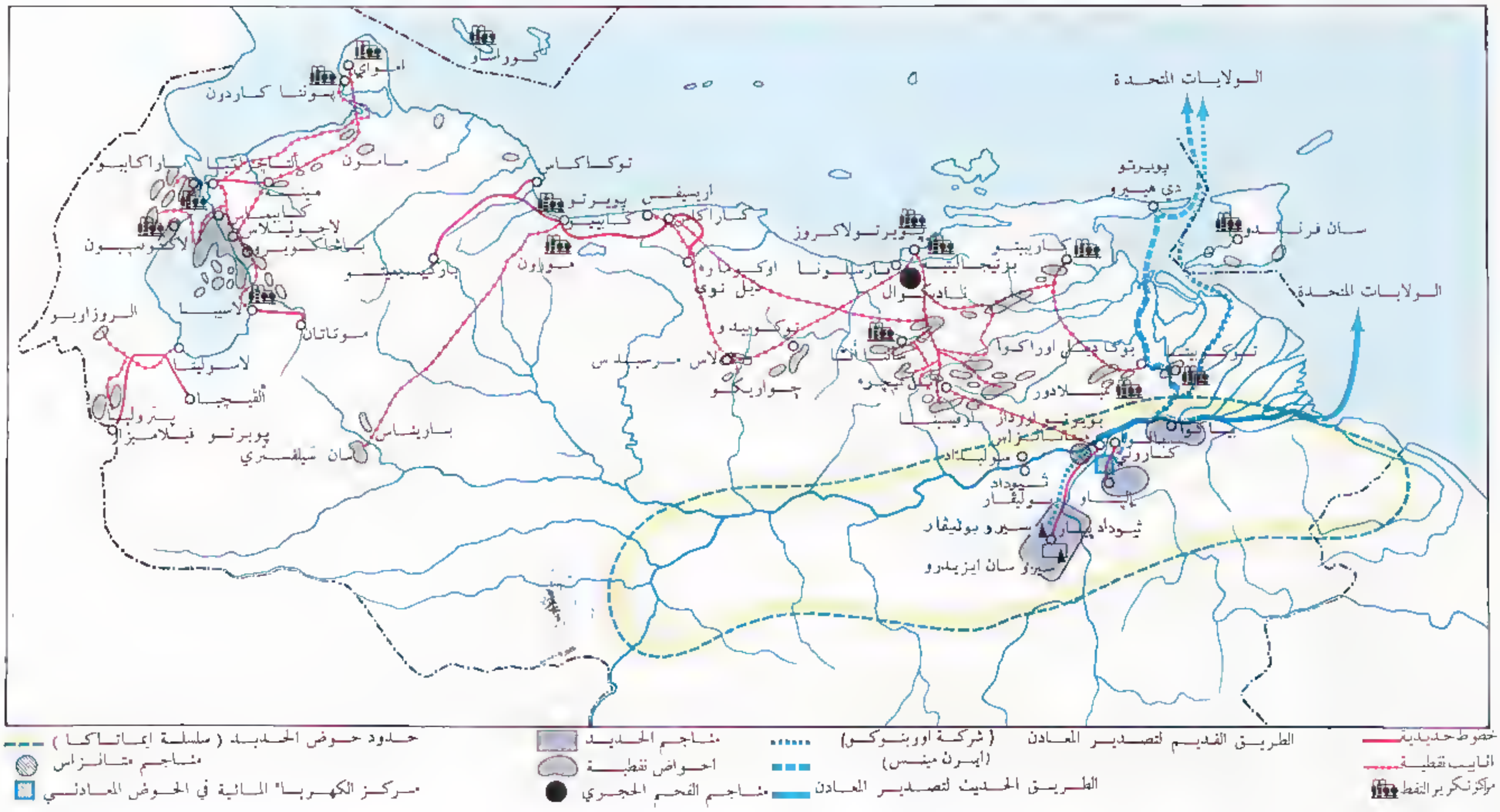


أميركا الجنوبية: الموجات الاستيطانية





فينزويلا: البترول والحديد




ڤينزويلا: شلال هاشا يصب في نهر كاراو.


ڤينزويلا: شلالات كاڤاك.


ڤينزويلا: البجع النهري في مدينة بويرتو لا كروز.

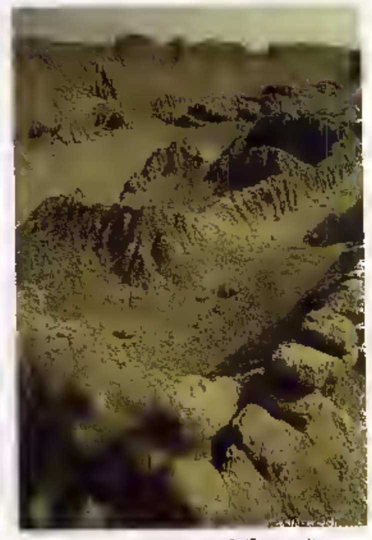

ڤينزويلا: حيوان الإيجوانا في مدينة بويرتو لا كروز.



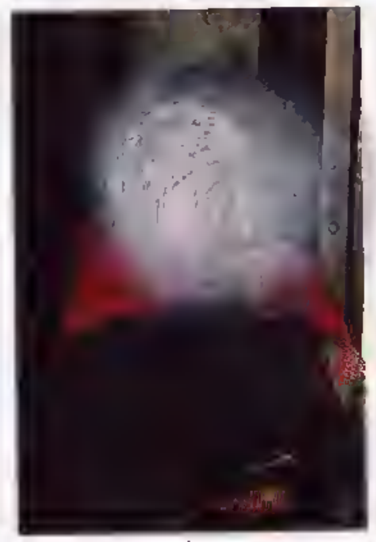
البرازيل: سدُّ زتاپا.



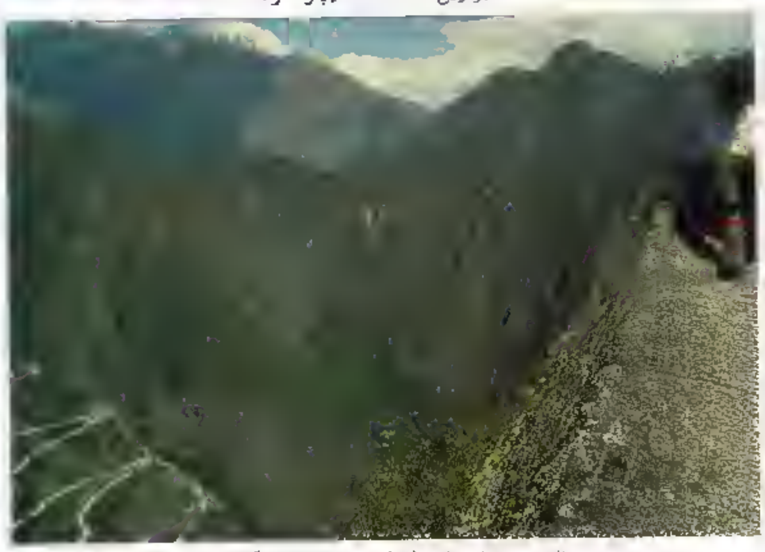
البرازيل: شلالات ايچواسو.



البيرو: قلعة شان شان الرملية.



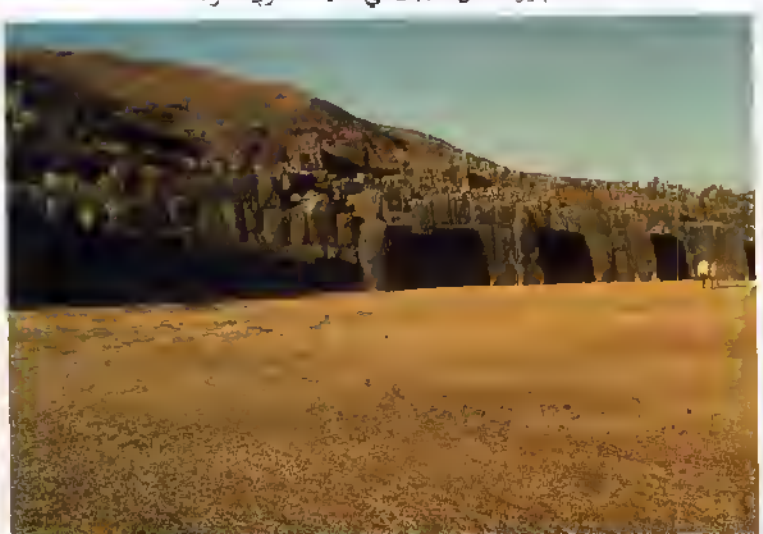
بوليڤيا: امرأة بوليڤية.



البيرو: تسلق الجبال في مدينة ماشوبيكشو.



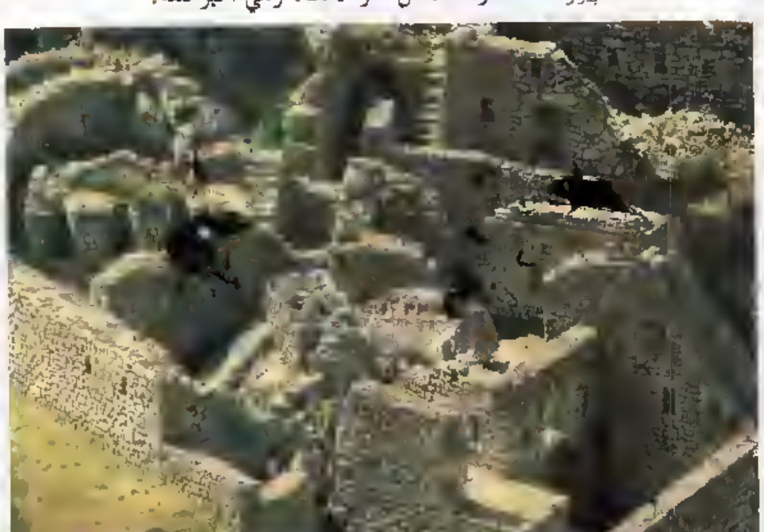
الاكوادور: جُزُف بركاني في جزيرة جالاپاچوس.



البيرو: ساكساوامان، من آثار الأنكا، وهي أكبر قلعة.



البرازيل: جبل پاو دي أسوكار (جبل شوجر لوف) في مدينة ريو دي جانيرو.



البيرو: مشهد جوي لآثار ماشوبيكشو.

البرازيل ودول الانديز الوسطى ١



السلم : ١٢٠٠٠٠٠٠ : ١

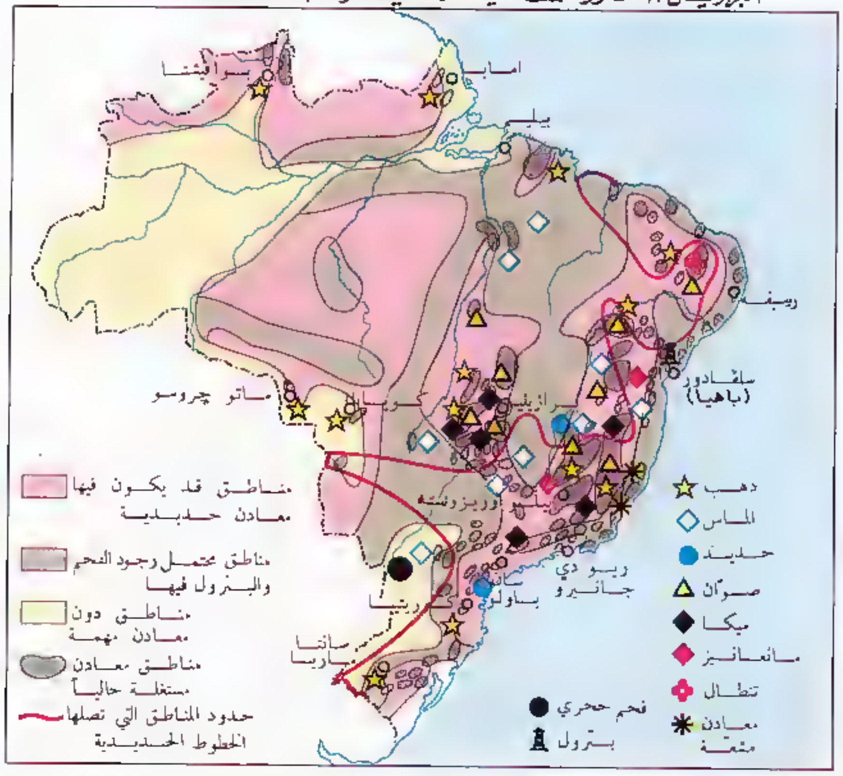
صفر ١٠٠ ٢٠٠ ٣٠٠ ٤٠٠ ٥٠٠

كيلومتر

خريطة رقم ٥٥



البرازيل: الثروة المعدنية الحالية والطاقة الكامنة



البرازيل: الطرق البرية



البرازيل: منجم حديد في مدينة بيلو اوريزونته.





البيرو: مدرج معبد الأنكا في مدينة كينكو.



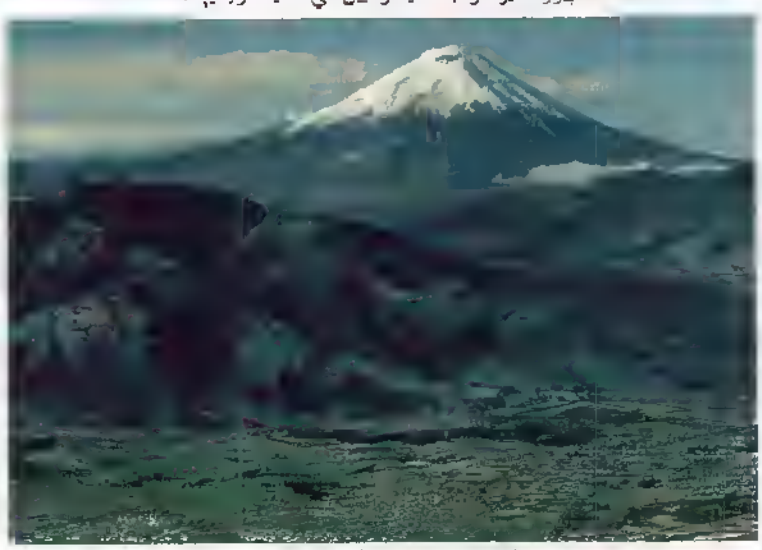
بوليفيا: كنيسة سان فرانسيسكو في مدينة لاپاز.



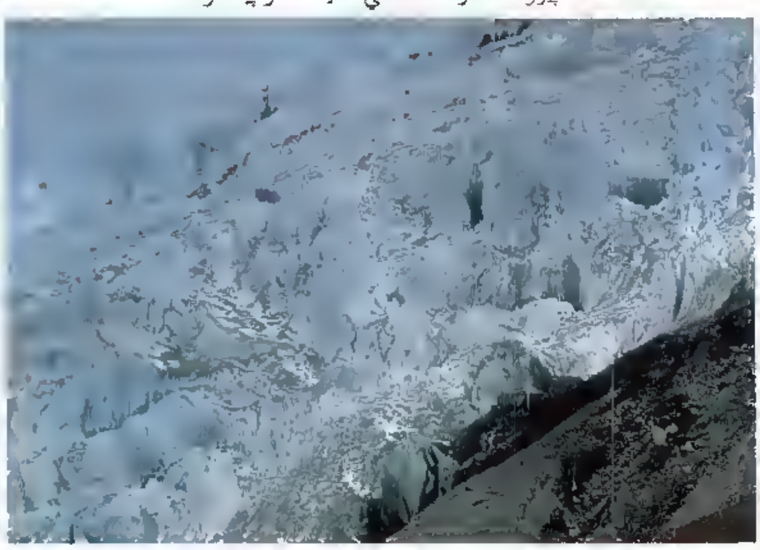
البيرو: دير الرهبان اليسوعيين في مدينة أريكيپا.



البيرو: حضارة الأنكا في مدينة ماشو پيكشو.



الاكوادور: بركان كوتوپاكسي.



الاكوادور: مجلدة بركان كوتوپاكسي.



البيرو: قلعة ساكساوامان من آثار الأنكا في مدينة كوسكو.



الاكوادور: السراطين على جزيرة چالاپاچوس.



البرازيل: مشهد لقطع الأشجار.



البيرو: قلعة أثرية لحضارة الأنكا في مدينة بيساك.



البيرو: الواجهة الغربية لما تبقى من آثار البرج المركزي في مدينة ماشوبيكشو.



البرازيل: مبنى المجلس النيابي في برازيليا.



كولومبيا: امرأة كولومبية.



كولومبيا: طارق الطبول.



كولومبيا: ثعبان الأناكُندة.



كولومبيا: كنيسة في بوجوتا.



كولومبيا: تمثال سان اوجوستين.



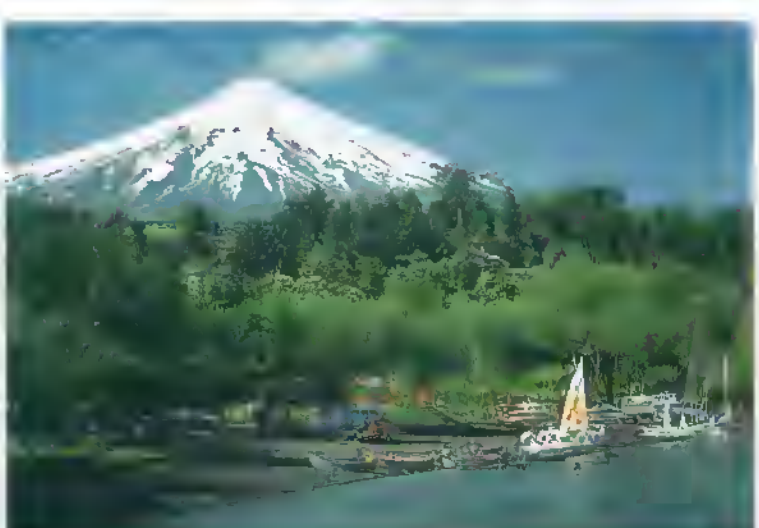
كولومبيا: رقصة هندية تقليدية.



البيرو بلد جبليّ تنبع أنهاره كلّها من جبال الأند، وتتجه شرقاً لتصبّ في نهر الأمازون، وغالباً ما تشكّل مرتفعاته شلّالات نهريّة مرتفعة.

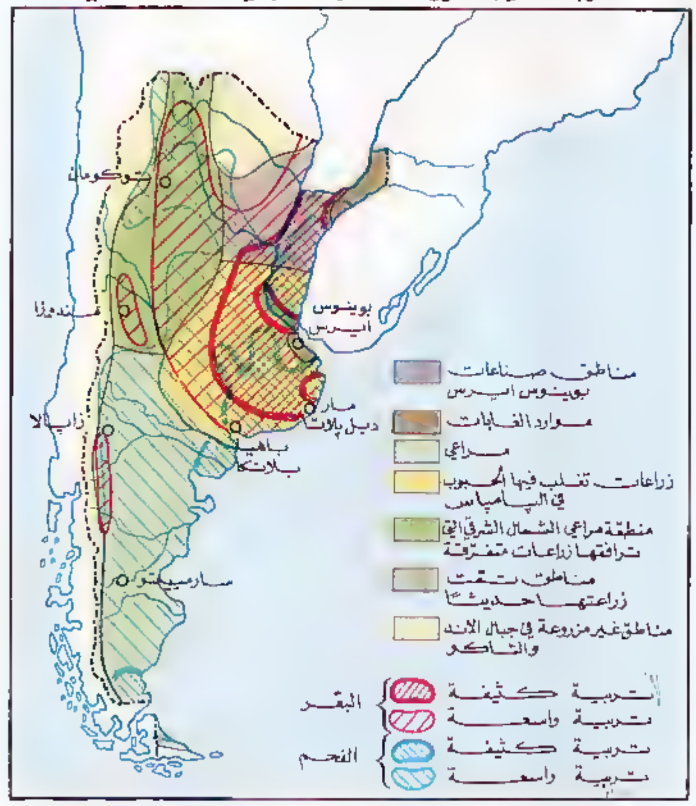


التشيلي: شلالات بيوبيو.

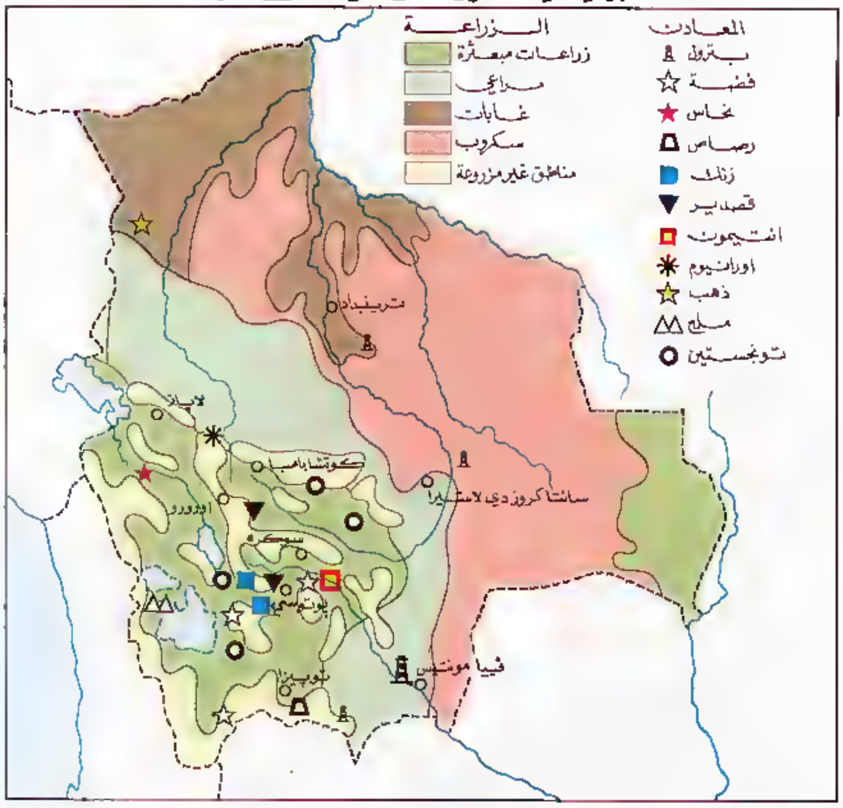


التشيلي: بركان ڤياريكا في مدينة بوكون.

الأرجنتين: الزراعة وتربية الماشية



بوليڤيا: الزراعة والمعادن



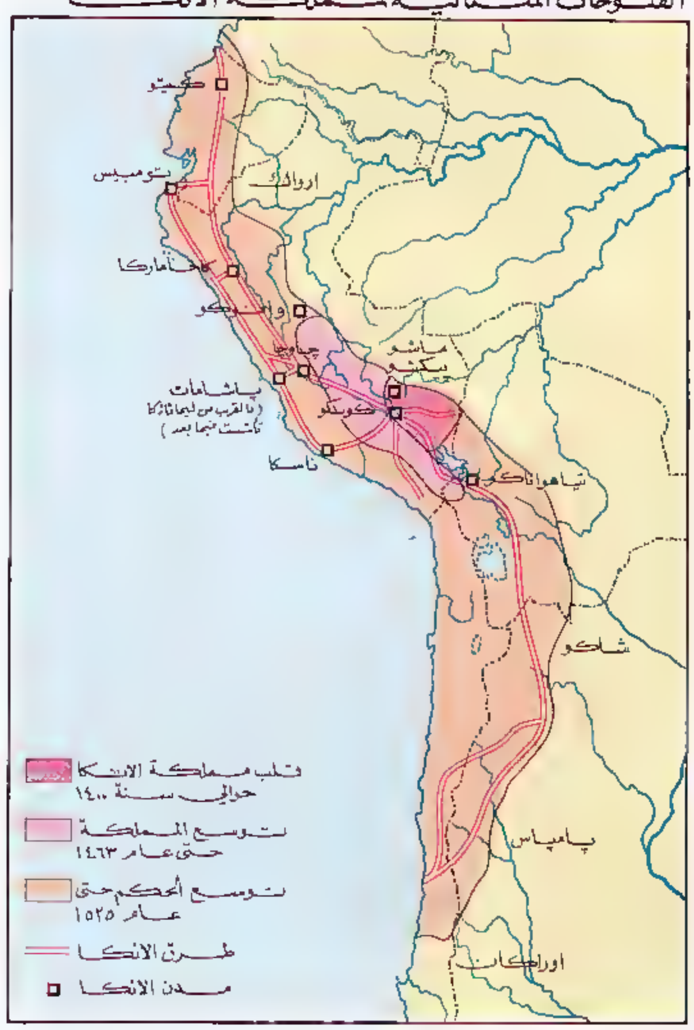
مضيق ماجيلّان

مضيق ماجيلّان هو ممرّ مائي ضيق ومتعرّج يفصل جزر فويجو (أرض النار) عن البرّ الرئيسي لأميركا الجنوبيّة. ويمتد مضيق ماجيلّان عند الطرف الجنوبيّ من القارّة. قاد المستكشف البرتغالي فرديناند ماجيلّان أوّل رحلة استكشافيّة أوروبيّة عبر هذا المضيق في أوّل رحلة حول العالم، وقد استغرقت بين تشرين الثاني ١٥٢٠ ونيسان ١٥٢١. (في الخريطة أدناه، يمثّل الخط الأحمر الطريق الذي اتبعه ماجيلّان).

يمتدّ مضيق ماجيلّان بطول ٥٦٣ كيلومتراً ويتراوح عرضه بين ٣ و٣٢ كيلومتراً. وقبل شقّ قناة پاناما، كان مضيق ماجيلّان ورأس هورن أقصر طريقين بحريّين من المحيط الأطلسي إلى المحيط الهادىء. يتعرّض المضيق لرياح عنيفة وأمطار غزيرة على مدار السنة.



الفتوحات المتتالية لمملكة الانكا



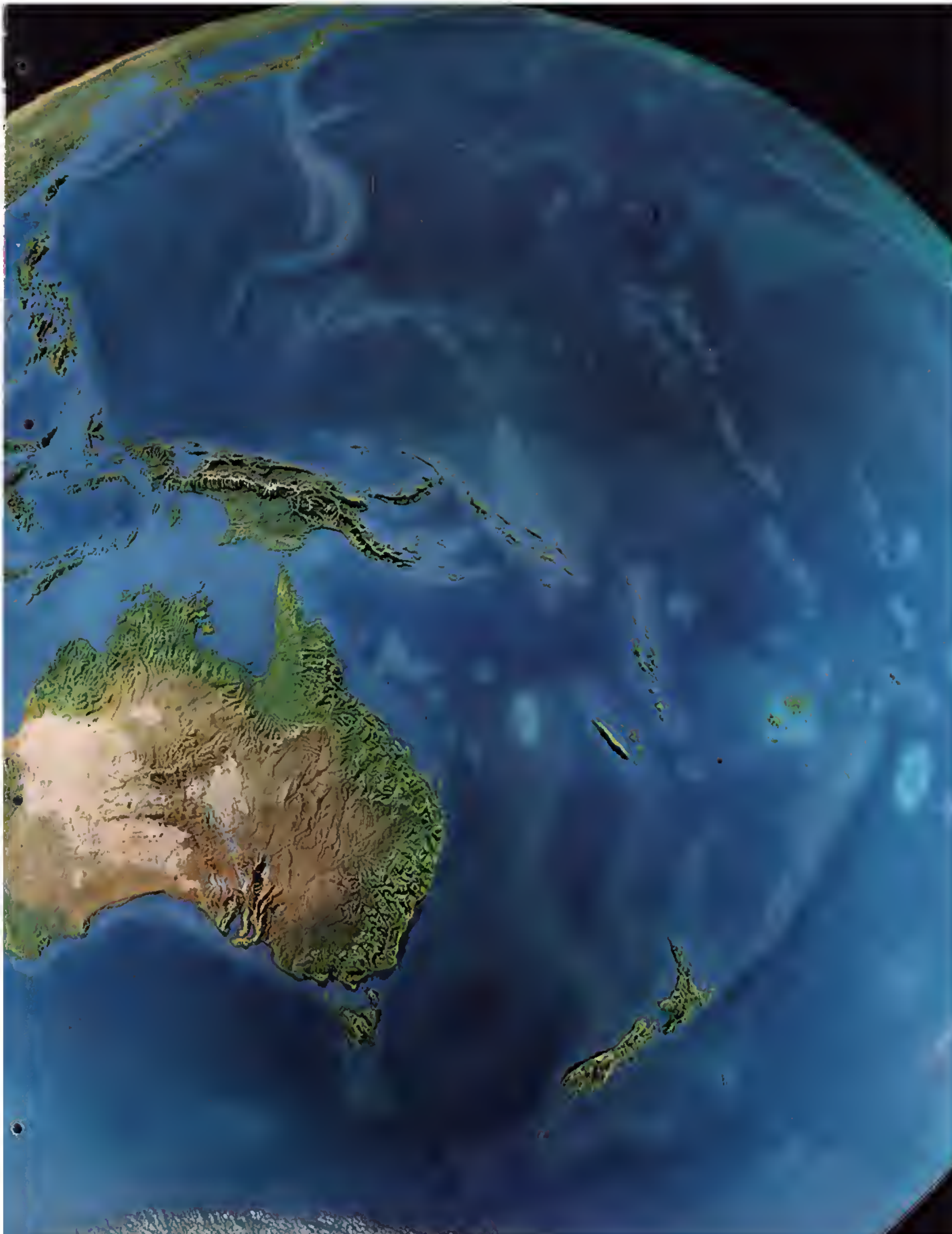

مدار الجدي
المحيط
الأطلسي
بوينوس أيرس
مونتيفيديو
سانتياغو
روزاريو
كوردوبا
باهيا بلانكا
ج. فوكلاند (ملفيناس)

أوقيَانيَا





أستراليا: صخرة آيرز، وهي صخرة قديمة التكوين يرجع تاريخها إلى ٦٠٠ مليون سنة



أوقيانيا

[illegible]

جزر الهادىء أو أوقيانيا

[illegible]

المناخ

[illegible]



[illegible]

تختلف كميّة الأمطار اختلافاً كبيراً بين مناطق أوقيانيا. فبعض الجزر، ولا سيّما الجزر المنخفضة، لا يتلقّى أكثر من بضعة سنتيمترات من المطر سنويّاً. ولكنّ بعض الجزر الأخرى، خصوصاً جزر كارولين والجزر المرتفعة في ميلانيزيا الغربيّة، يتلقّى في الكثير من الأحيان أكثر من ٣٨١ سنتيمتراً من المطر سنويّاً. ويشهد معظم الجزر فصلاً ماطراً وفصلاً جافّاً. في ميلانيزيا وبولينيزيا، يمتدّ موسم الأمطار من كانون الأوّل إلى آذار ويمتدّ موسم الجفاف من نيسان إلى تشرين الثاني. وفي ميكرونيزيا، يمتدّ موسم الأمطار من أيّار إلى كانون الأوّل، ويمتدّ موسم الجفاف من كانون الثاني إلى نيسان.

وكثيراً ما تضرب التيفونات (أعاصير استوائيّة) جزر الهادىء. وتجلب هذه الأعاصير معها رياحاً عنيفة وأمطاراً غزيرة، تتسبّب أحياناً بخسائر فادحة في الأرواح والممتلكات. في ميكرونيزيا، تضرب التيفونات في أيّ وقت من السنة؛ لكنّ هذه الأعاصير تحدث في أكثريّة الأحوال بين تمّوز وتشرين الأوّل. وتحدث معظم أعاصير جنوب الهادىء بين كانون الثاني وآذار.

الإقتصاد

تتمتّع هاواي ونيوزيلاندا ونورو باقتصاد متطوّر. ويرتكز اقتصاد هاواي، إلى حدّ بعيد، على التوظيف في الدوائر الحكوميّة وعلى السياحة. وتتمتّع نيوزيلاندا بقطاع زراعيّ وصناعيّ مزدهر. ويتألّف معظم اليد العاملة في هاتين الجزيرتين من الأجراء. أمّا سكّان نورو فيحصلون على القسم الأكبر من دخلهم من عمليّات التعدين (العمل في المناجم).

ولكن في جزر الهادىء الأخرى، لا يكسب الكثير من الناس سوى قدر قليل من المال، أو لا يكسبون أيّ مال على الإطلاق. ويتألّف معظمهم من القرويّين الذين يزرعون طعامهم ويبنون منازلهم ويصنعون ملابسهم بأنفسهم. وقد يحقّق هؤلاء مدخولاً بسيطاً بزرع شجر جوز الهند أو الموز أو قصب السكّر وبيعه من الشركات المصدِّرة. وفي أنحاء جزر الهادىء، ينزح عدد متزايد من الريفيين إلى البلدات والمدن للعمل مقابل أجر.

الموارد الطبيعيّة

في الكثير من الجزر المنخفضة، تكون التربة فقيرة وكميّة الأمطار ضئيلة بحيث لا تتمكّن النباتات من النموّ بشكل جيّد. ولا تنمو في هذه الجزر سوى الأعشاب والجنبات الصغيرة. وفي الجزر المنخفضة التي تتلقّى كميّة أكبر من الأمطار، تنمو أشجار جوز الهند وأشجار الكاذي. ويتمتّع الكثير من الجزر المرتفعة بتربة خصبة وكميّة وافرة من الأمطار. وتنمو في هذه الجزر أشجار وأزهار غير اعتياديّة. وتغطّي الأدغال الكثيفة والغابات التي يتصاعد منها البخار جزر غينيا الجديدة وسالومون وفانواتو.

وتشمل الحيوانات القليلة البلديّة (الأصليّة) في هذه الجزر، الطيور والسرطانات البريّة والعظاء والجرذان. وتشكّل القَطْرس والخَرْشَنة وطيور أخرى أكثر الحيوانات شيوعاً في جزر الهادىء. وتعيش التماسيح والثعابين في غينيا الجديدة وبعض الجزر القريبة. وتعيش أيضاً في هذه الجزر حيوانات الكنغر وجرابيّات أخرى (ثدييّات تضع صغاراً في طور مبكر جداً من النموّ).

تحتوي الجزر على القليل من الموارد المعدنيّة، باستثناء تراكمات غنيّة من النيكل في جزيرة كاليدونيا الجديدة، ومن النحاس والذهب والنفط في غينيا الجديدة. وتملك كاليدونيا الجديدة أيضاً بعض الكروم والحديد، كما تملك فيجي كميّة صغيرة من الذهب والمنغنيز. وتحتوي نورو على تراكمات من الفوسفات، الذي يُستعمل لصنع السماد.

الزراعة

تشكّل الزراعة القطاع الإقتصاديّ الرئيسيّ في أوقيانيا، ويشكّل لبّ جوز الهند المجفّف أهمّ منتجاتها الزراعيّة. تسحق المعامل لبّ جوز الهند المجفّف لإنتاج زيت جوز الهند، الذي يُستعمل لصنع موادّ مثل المرغرين والصابون، وتستورد بلدان كثيرة زيت جوز الهند أو لبّ جوز الهند المجفّف من جزر الهادىء. وتزرع أيضاً كلّ من تونجا وساموا الغربيّة وفيجي وجزر كوك الموز للتصدير. ويشكّل إنتاج السكّر وتصديره النشاط الإقتصاديّ الرئيسيّ في فيجي. وتزرع غينيا الجديدة الكاكاو والبنّ للتصدير إلى الخارج. في الماضي، كان الأوروبيّون يملكون معظم الأراضي الزراعيّة في جزر الهادىء. أمّا اليوم، فيملك الكثير من سكّان الجزر مزارعهم الخاصّة. وفي بعض القرى، تخصّ الأرض الزراعيّة الجماعة كلّها.

التعدين والصناعة

يحاول الكثير من الجزر إنشاء أنشطة اقتصاديّة أخرى إلى جانب الزراعة. وتوسّع الجزر التي تملك موارد معدنيّة، مثل فيجي وكاليدونيا الجديدة، صناعاتها التعدينيّة. وفي بوجانفيل في بابوا–غينيا الجديدة، تساهم المصارف الأميركيّة والأستراليّة والبريطانيّة وغيرها في استغلال وإنماء أحد أكبر مناجم النحاس في العالم. ويحتوي هذا المنجم أيضاً على تراكمات ذهب قيّمة.

وتشكّل مناجم الفوسفات قطاعاً هامّاً في نورو؛ لكنّ أركزة الفوسفات تُستنفد بسرعة كبيرة. وفي المدن الكبيرة في جزر الهادىء، تنتج المعامل والمصانع سلعاً مثل زيت جوز الهند والصابون والسكّر. وتستعمل جزر سالومون وبابوا–غينيا الجديدة وساموا الغربيّة وبعض الجزر الأخرى المغطّاة بالغابات، المناشر لقطع وتحضير الأخشاب المحليّة.

السياحة

نمت السياحة بشكل هائل في جزر الهادىء، منذ بداية السفر بالطائرات النفّاثة في الخمسينات. ومع تزايد وفود السوّاح إلى الجزر، ستحتاج هذه المناطق إلى بناء المزيد من المطارات والفنادق والطرقات السريعة والمحالّ التجاريّة والمطاعم. وتعمل حاليّاً الجزر التي تشجّع السياحة بشكل فاعل (مثل جزر كوك وفيجي وتاهيتي) على بناء هذه المنشآت. إلّا أنّ بعض سكّان الجزر يخشى أن يدمّر النموّ المتزايد للقطاع السياحيّ السحر الطبيعيّ للجزر وطريقة الحياة التقليديّة فيها. وفي بعض المجموعات الجزيريّة، أُجريت محاولات لضبط وتنظيم نموّ القطاع السياحيّ.

المحيط الهادىء

المساحة: حوالى ١٨١ مليون كم^2.

أقصى المسافات: من الشمال إلى الجنوب حوالى ١٥،٤٥٠ كم.

من الشرق إلى الغرب حوالى ٢٤،٠٠٠ كم.

معدّل العمق: حوالى ٣٩٠٠م.

أقصى عمق: ١١،٠٣٣م عند غور تشالنجر.

درجة حرارة السطح: القصوى ٢٨° مئويّة، قرب خطّ الاستواء في شهر آب.

الدّنيا -١° مئويّة، في المنطقة القطبيّة في الشتاء.

المدّ والجزر: المدّ: ٩،١م، قرب الشاطىء الغربيّ لكوريا.

الجزر: ٠،٣م، عند جزر ميدواي.

لمحة طبيعيّة

المحيط الهادىء أكبر كتلة مائيّة في العالم، فإذا وُضعت كلّ القارّات فيه لبقي متّسع لقارّة إضافيّة بحجم آسيا، أكبر القارّات على الإطلاق. ويمثّل المحيط الهادىء نصف المحيط العالميّ، وأكثر من ثلث مساحة سطح الأرض.

يمتدّ المحيط الهادىء من مضيق بيرينج شمالاً إلى أنتاركتيكا جنوباً. تحدّه أميركا الشماليّة وأميركا الجنوبيّة من الشرق، وآسيا وأستراليا من الغرب. وتُعتبر مجموعة من البحار تسمّى بحاراً هامشيّة Marginal Seas، جزءاً من المحيط الهادىء؛ وأهمّها بحر بيرينج وبحر اليابان وبحر كورال.

وتنتشر آلاف الجزر في المحيط الهادىء وتراوح بين جزر تشكّل دولاً كاليابان ونيوزيلاندا، ومئات الجزر الصغيرة المبعثرة في وسط المحيط الهادىء وجنوبه. وبعض جزر الهادىء قمم براكين تستند قواعدها على قاع المحيط، وبعضها الآخر شعاب مرجانيّة تمتدّ فوق قمم مغمورة بالمياه.

أوّل من أطلق تسمية الهادىء على هذا المحيط الشاسع، المستكشف البرتغاليّ فرديناند ماجيلان الذي مخر عباب الهادىء لأسابيع عدّة تدفع أشرعته رياح لطيفة. لكنّ المحيط الهادىء ليس هادئاً دائماً، فأعاصيره حطّمت أساطيل عدّة، ودمّرت مدناً كثيرة على جزره. وقد خلقت الزّلازل والانفجارات البركانيّة في أعماق المحيط الهادىء، أمواجاً عاتية مدمّرة تسمّى تسونامي. ويصل ارتفاع هذه الأمواج أحياناً إلى ٣٠ متراً، ما يهدّد الجزر التي تعترضها بالدّمار الشّديد.

الحدود والمساحة

تشكّل أميركا الشماليّة وأميركا الجنوبيّة الحدود الشرقيّة للمحيط الهادىء، فيما تقع آسيا وجزر سوندا التابعة لأندونيسيا وجزيرة أستراليا إلى غربه. ويربط مضيق بيرينج شمالاً المحيطَ الهادىء بالمحيط المتجمّد الشماليّ. ويعتبر بعض الجغرافيّين خطّ العرض ٥٠° جنوباً تقريباً، الحدَّ الفاصل بين المحيطين الهادىء والمتجمّد الجنوبيّ.

لكنّ معظم الجغرافيّين لا يعترف بوجود المحيط المتجمّد الجنوبيّ، وهم بالتالي يعتبرون أنّ المحيط الهادىء يمتدّ إلى ساحل أنتاركتيكا، القارّة التي تحيط بالقطب الجنوبيّ وتغطّيه. ويقسم الجغرافيّون المحيط الهادىء عند خطّ الاستواء إلى المحيط الهادىء الشماليّ والمحيط الهادىء الجنوبيّ.

تبلغ مساحة المحيط الهادىء والبحار الهامشيّة التابعة له حوالى ١٨١ مليون كم^2، ويصل طوله إلى حوالى ١٥،٤٥٠ كم بين أقصى نقطتين: مضيق بيرينج ورأس أدار في أنتاركتيكا، فيما يصل أقصى عرض له بين پاناما وشبه جزيرة ماليزيا إلى حوالى ٢٤،٠٠٠ كم، أي ثلاثة أخماس محيط الأرض تقريباً.

الشطآن والجزر

تمتاز شطآن أميركا الشماليّة والجنوبيّة بانتظامها النّسبيّ. ويعدّ خليج كاليفورنيا الخليج الكبير الوحيد على هذه الشطآن التي ينتشر أمامها بعض الجزر المتفرّقة. أمّا الشطآن المشرفة من الغرب على المحيط الهادىء فغير منتظمة، وتُداخلها عدّة بحار هامشيّة تفصل بينها جزر كبيرة. أبرز البحار الهامشيّة بحر أوخوتسك وبحر اليابان وبحر الصين الشرقيّ وبحر الصين الجنوبيّ وبحر جاڤا وبحر باندا وبحر تيمور وبحر كورال وبحر تاسمان. ويقع بحر بيرينج إلى الشمال من جزر ألوشن وإلى الجنوب من مضيق بيرينج. وأكبر بحار المحيط المتجمّد الجنوبيّ (أنتاركتيكا) بحر روس.

وتنتشر في المحيط الهادىء آلاف الجزر، بعضها قريب من البرّ الرّئيسيّ للقارّات، ويعتبر جزءاً من هذه القارّات. فاليابان والفيليبين تقعان شرق قارّة آسيا وتعتبران جزءين منها. وتعتبر جزر ألوشن تابعة لأميركا الشماليّة، وجزر جالاپاجوس أجزاء من أميركا الجنوبيّة. وتسمّى المناطق التي تقع فيها هذه الجزر حافّة المحيط الهادىء.

وتنتشر جزر أخرى عدّة في المحيط الهادىء. وتسمّى هذه الجزر جزر المحيط الهادىء أو أوقيانيا. أبرز هذه الجزر: جزيرة غينيا الجديدة وجزر سالومون وجزر ماريان وجزر ميدواي وجزر هاواي وجزيرة تاهيتي وجزيرة نيوزيلاندا.

قاع المحيط

يصل معدّل عمق المحيط الهادىء إلى حوالى ٣٩٠٠م، لكنّ القاع منعدم الانتظام إلى درجة كبيرة. فتحت الماء، تنتشر جبال ونتوءات ومناطق شديدة العمق تسمّى خنادق Trenches.

وتمتدّ سلسلة جبال هائلة من شمالي أنتاركتيكا إلى أمام شاطىء المكسيك في أميركا الشماليّة. وتسمّى هذه السلسلة مرتفع شرق المحيط الهادىء، ويراوح ارتفاعها بين حوالى ٢٠٠٠م و٣٠٠٠م فوق قاع المحيط. وقد أنتجت الانفجارات البركانيّة على هذا النتوء عدداً من القمم يشكّل بعضها جزراً.

تقع أعمق مناطق المحيط الهادىء قرب السواحل، وأبرزها خندقا اليابان وكوريل الواقعان أمام سلاسل الجزر في غرب المحيط الهادىء. وتنتشر خنادق أخرى أمام جزر ألوشن وأمام سواحل أميركا الوسطى وأميركا الجنوبية. ويصل عمق خنادق المحيط الهادىء إلى ما بين ٦١٠٠م و٩١٠٠م. ويضمّ خندق ماريان القريب من جزيرة جوام غورَ تشالنجر، وهو أعمق موقع معروف في قاع المحيط العالمي، ويصل عمقه إلى ١١,٠٣٤م.

وتنتشر تكوينات تسمّى منافذ حارّة Hot Vents أو منافذ حراريّة مائيّة Hydrothermal Vents في شرق المحيط الهادىء بشكل رئيسي. وتنتج هذه المنافذ عن تسرّب ماء المحيط عبر شقوق في قاع المحيط حيث تسخن بفعل الصخور البركانية المصهورة. وترتفع المياه بعد ذلك إلى قاع المحيط لتخلق ينابيع من المياه الحارّة الغنيّة بالمعادن.

ويمتدّ رفٌ قارّيّ أمام سواحل جميع القارّات المحيطة بالمحيط الهادىء. ولا يصل عمق المياه عند الرفّ القارّيّ إلى أكثر من ١٨٣م في العادة. وتمتاز الرفوف القاريّة المحاذية لأميركا الشماليّة وأميركا الجنوبية بأنّها ضيّقة، بينما الرفوف المحاذية لآسيا وأستراليا أعرض نسبيّاً.

المناخ

يسود شمال المحيط الهادىء شتاء طويل وبارد، وصيف قصير ولطيف. وعند خطّ الإستواء، يبقى المناخ حارّاً على مدار السنة. وفي معظم جنوب المحيط الهادىء، يكون الصيف معتدلاً والشتاء لطيف البرودة، فيما تهطل أمطار غزيرة. أمّا في المناطق القريبة من أنتاركتيكا، فالمناخ شديد البرودة. وفي الصيف، تطوف في البحر كتل جليديّة منفصلة عن الأنهار الجليديّة السائدة في أنتاركتيكا.

وتصل درجة حرارة المياه السطحيّة عند خطّ الاستواء إلى أكثر من ٢٨° مئويّة في آب. لكنّ درجة الحرارة تنخفض بسرعة عند الأعماق المساوية لحوالى ١٠٠م إلى ٢٠٠م تحت السطح. وتصل درجة الحرارة إلى حوالى ٣° مئويّة على عمق حوالى ١٠٠٠م، ولا تتغيّر كثيراً بعد ذلك وصولاً إلى القاع. وفي منطقة أنتاركتيكا، تصل درجة حرارة مياه السطح إلى -١° مئويّة شتاءً ولا تتغيّر كثيراً مع تغيّر العمق.

أبرز أحزمة الرياح في المحيط الهادىء الرياح التجاريّة والرياح الغربيّة السائدة. وتنتج الرياح التجاريّة أساساً عن اختلاف درجات الحرارة عند المناطق القريبة من خطّ الإستواء. فالهواء يسخن عند خطّ الاستواء ويرتفع، فتأتي الرياح التجاريّة بهواء أبرد يحلّ محلّ الهواء الذي ارتفع. وتهبّ هذه الرياح من خطّ العرض ٣٠° تقريباً في نصفَي الكرة الأرضيّة باتّجاه خطّ الاستواء. وتأتي الرياح من الشمال الشرقيّ في نصف الكرة الشمالي، ومن الجنوب الشرقيّ في النصف الجنوبيّ.

وتهبّ الرياح الغربيّة السائدة بين خطّي العرض ٣٠° و٦٠° في نصفَي الكرة الأرضيّة، فتنتج أحزمةً عاصفةً من المطر عند خطّ العرض ٦٠° تقريباً ومناطق من المطر القليل عند خطّ العرض ٣٠° تقريباً. وتشكّل الرياح الغربيّة السائدة في نصف الكرة الجنوبيّ أعتى أحزمة الريح وأكثرها ثباتاً، بسبب قلّة التداخل بين القارّات الذي يمكن أن يعيق أنظمة الرياح. وتصل الرياح الغربيّة السائدة في نصف الكرة الجنوبيّ إلى أعتى مستوياتها بين خطّي العرض ٤٠° و٥٠° حيث تهبّ بسرعة تصل إلى أكثر من ٦٤ كم في الساعة. وجرّاء هذا العنف، تسمّى هذه الرياح أحياناً «الأربعينات الهوجاء» Roaring Forties.

الأعاصير

تُنتج الأعاصير المداريّة أمطاراً غزيرة في منطقة المحيط الهادىء. ولا تسبّب هذه الرياح الدائريّة الهائلة عادة دماراً كبيراً، كما أنّها تحضر أحياناً كثيرة أمطاراً إلى المناطق الجافّة. لكنّ الأعاصير تزداد سرعتها أحياناً فتصبح عاتية جداً. ويُسمّى الاعصار الذي يتجاوز سرعته ١١٩ كم في الساعة تيفوناً. وتهبّ أكثر هذه الأعاصير تدميراً من الشمال إلى الجنوب، بمحاذاة بحر الصين الشرقيّ وبحر الصين الجنوبيّ بين حزيران وكانون الأوّل، وبمحاذاة شمال شرق المحيط الهادىء بين أيّار وتشرين الثاني.

التيّارات والمدّ والجزر

تعتبر التيّارات السطحيّة التي تغطّي معظم المحيط الهادىء جزءاً من الدوّامات Gyres، أي الكتل الضخمة من المياه التي تدور حول نفسها والمتمركزة في المناطق شبه الإستوائيّة – أي عند خطّ العرض ٣٠° تقريباً. وتدفع الرياح التجاريّة والرياح الغربيّة السائدة الدوّامات باتّجاه دوران عقارب الساعة في نصف الكرة الشمالي، وعكس هذا الاتّجاه في النصف الجنوبيّ.

وتضمّ الدوّامات عدداً من التيّارات. في نصف الكرة الشمالي، يحمل تيّار شمال خطّ الاستواء المياه الدافئة من أميركا الوسطى غرباً نحو بحر الفيليبين. ومن هناك، تتّجه الدوّامة شمالاً، فيصبح اسم التيّار تيّار اليابان أو تيّار كوروشيو، وهو الذي يدفّىء جزر اليابان. ويسافر تيّار شمال الهادىء شرقاً عبر المحيط ليدفّىء غربي كندا، فيما يتّجه فرع منه يسمّى تيّار ألاسكا باتّجاه جنوب ولاية ألاسكا الأميركيّة. ويحمل تيّار كاليفورنيا المياه الباردة جنوباً نحو الشاطىء الغربيّ لأميركا الشماليّة.

وفي نصف الكرة الجنوبي، يسري تيّار جنوب خطّ الاستواء من أميركا الجنوبيّة إلى منطقة قريبة من جزر سالومون. وينطلق من هناك تيّار شرق أستراليا حاملاً المياه الدافئة بمحاذاة ساحل أستراليا، ثم إلى نيوزيلاندا. وينطلق تيّار الريح الغربيّة، الذي يسمّى أيضاً تيّار حول القطب الشمالي، عبر المحيط الهادىء الجنوبيّ شرقاً بين خطّي العرض ٣٠° و٦٠° ، ويعدّ أقوى التيّارات المحيطيّة في العالم وأبردها. ويحمل تيّار البيرو، ويسمّى أيضاً تيّار همبولت، المياه الباردة شمالاً بمحاذاة ساحل أميركا الجنوبيّة إلى الإكوادور والبيرو.

وتحدث حركة مدّ وجزر كبيرة على امتداد حافّة المحيط الهادىء. وأكبر حركات المدّ والجزر في هذا المحيط تحصل أمام السواحل الغربيّة لكوريا حيث يزيد عمق المياه أثناء المدّ بمعدّل ٤,٦م إلى ٩,١م، مقارنةً به أثناء الجزر. وفي منتصف المحيط، تكون حركات المدّ والجزر عند مستواها الأدنى. ويصل الفرق في عمق المياه بين المدّ والجزر إلى حوالى ٠,٣ م في جزر ميدواي، حيث حركة المدّ والجزر هي الأصغر في المحيط الهادىء.

الحياة في المحيط

تزخر مياه المحيط الهادىء، لا سيّما تلك القريبة من السواحل، بملايين الكائنات والحيوانات التي تشكّل الرواسب المعروفة بالعوالق والتي تتجمّع قرب سطح المحيط. وتعيش آلاف الأنواع من الأسماك في المحيط عند مختلف الأعماق، لكنّها منتشرة أكثر في الطبقات العليا من المياه حيث الغذاء أكثر توفراً. وتستنشق الثدييات البحريّة، كالدلافين والفقمات والحيتان، الهواء عند السطح، وتغطس بحثاً عن الطعام. ومن حيوانات القاع، المرجان والأخطبوط والأسماك الصّدفيّة والديدان. وتنمو أعشاب بحريّة في حوض المحيط حيث المياه ضحلة.

وتعيش مجموعات كبيرة من الحيوانات البحريّة الغريبة قرب المنافذ الحارّة، وأهمّها أنواع من البطلينوس وبلح البحر، التي يصل طول كلّ منها حوالى ٠,٣م، والديدان الأنبوبيّة التي يصل طولها إلى حوالى متر واحد. ومن الحيوانات الأخرى التي تعيش في هذه المناطق، أنواع من السّرطان والأسماك والقريدس الّتي لا تعيش في المناطق الأخرى من المحيط.

وتنحو الرياح السائدة أمام سواحل أميركا الجنوبيّة إلى الهبوب غرباً، فتجرف المياه العميقة والباردة إلى السطح، فيما يسمّى ارتفاع المياه Upwelling. والمياه الأبرد أغنى بالمعادن وغيرها من الموادّ الغذائيّة التي تحتاجها العوالق النباتيّة لتحيا. وتقتات الأسماك على هذه العوالق. ويعدّ المحيط الهادىء من أغنى المحيطات بالأسماك، ولذلك نشأت أمام سواحل البيرو إحدى أكبر المصائد في العالم. ودوريّاً، تحصل ظاهرة تدعى النينيو El Niño، تضعف خلالها الرياح التجاريّة فتتدفّق كميّات كبيرة من غرب المحيط الهادىء إلى شرقيه، وتحلّ محلّ المياه الباردة أمام سواحل أميركا الشماليّة وأميركا الجنوبيّة. وتسبّب الرياح الضعيفة ارتفاعاً قليلاً للمياه الغنيّة بالموادّ الغذائيّة، ما يجعل أعداد الأسماك في المنطقة تنخفض.

أهميّة المحيط

يؤمّن المحيط الهادىء نصف الأسماك والأسماك الصدفيّة المصادة في العالم (حوالى ٥٢ مليون طنّ في السنة). ويُصاد حوالى نصف هذه الكميّة في شمال غرب المحيط الهادىء – أي أمام سواحل الصين واليابان وروسيا. وتنتشر مصائد أخرى مهمّة في جنوب شرق آسيا وأستراليا وأميركا الجنوبيّة وأميركا الشماليّة. ومن منتجات المحيط أيضاً، اللآلىء والأعشاب البحريّة (التي تستعمل سماداً وفي حفظ الأطعمة) والأسماك المداريّة (التي تتّخذ للزينة في أحواض منزليّة) والمعادن.

وأبرز المنتجات المعدنيّة المستخرجة من المحيط الهادىء، النّفط الذي اكتشفت ترسّباته في المياه الساحليّة لكاليفورنيا وجنوب شرق آسيا وأستراليا. وقد نشأت آبار في هذه المناطق. وتنتج آبار أخرى على الرفوف القاريّة أمام روسيا وجنوب شرق آسيا وأستراليا، مادّةَ الغاز الطبيعي.

والهادىء أحد أهم الممرّات التجاريّة في العالم. فمنذ الخمسينات، ازدادت كميّات البضائع المنقولة عبر المحيط، بعد تطوّر الصناعة في بلدان شرق وجنوب شرق آسيا. وتُعدُّ البحار الهامشيّة للمحيط الواقعة قرب شرق وجنوب شرق آسيا، ممرّاتٍ هامّةً لسفن الرّكّاب. ففي الفيليبين مثلاً، ينتقل الكثير من السكّان من جزيرة إلى أخرى في قوارب.

التلوّث

مشكلة هامّة في مياه الهادىء الساحليّة وفي بحار المحيط الهامشيّة. وأبرز أسباب التلوّث، النفايات الصناعيّة ومياه المجارير والنفط المتسرّب من الناقلات والآبار البحريّة. وتهدّد هذه الموادّ الحياة البحريّة في المحيط الهادىء.

وفي العام ١٩٨٢، أقرّت الأمم المتّحدة قانون معاهدة البحار التي وُضعت موضع التنفيذ في العام ١٩٩٤ بعد أن وقّعتها ٦٠ دولة وتبنّتها. وتنصّ المعاهدة على الحدّ من تلويث المحيطات، وتنظّم صيد السمك والتعدين تحت سطح المياه، كما حدّدت حدود المياه الإقليميّة للدّول.

الاستكشاف

لا بدّ أنّ أوّل مَن مخرَ عباب الهادىء، أجداد سكّان الجزر المنتشرة في المحيط. وقد بدأ الملاّحون من جنوب شرق آسيا بالوصول إلى جزر المحيط الهادىء منذ حوالى ٣٠٠٠ سنة. ومع حلول القرن الحادي عشر بعد الميلاد، كانت الجزر الكبيرة في معظمها في الهادىء قد أصبحت مأهولة.

وفي العام ١٥١٣، عبر المستكشف الاسباني ڤاسكو نونيز دو بالبوا برزخ پاناما، وأصبح أوّل أوروبي يرى شرق المحيط الهادىء. أمّا أوّل أوروبيّ يبحر في هذا المحيط، فكان ماجيلان الذي استغرقت رحلته بين تشرين الثاني العام ١٥٢٠ ونيسان العام ١٥٢١. وبين ستّينات وسبعينات القرن الثامن عشر، استكشف القبطان جيمس كوك من البحريّة البريطانيّة المحيط الهادىء، ورسم خرائط لمعظم مناطقه. ويعتبر كوك أوّل أوروبي زار أستراليا والكثير من جزر الهادىء، بما فيها جزر هاواي ونيوزيلاندا.

وكان علماء المحيطات البريطانيّون الذين أبحروا إلى المحيط على متن السفينة العلميّة «تشالنجر» بين العامين ١٨٧٤ و١٨٧٥، أوّل مَن درس قاع هذا المحيط. فقد استحصلوا على عيّنات من القاع والكائنات الحيّة التي تعيش في الأعماق. وخلال السنوات التالية، حدّد العلماء أعماق مختلف مناطق المحيط الهادىء بإنزال كبلات إلى القاع. وفي ثلاثينات القرن العشرين، بدأ علماء المحيطات بدراسة العمق بواسطة آلة السّونار التي تحدّد العمق بواسطة موجات صوتيّة تصدرها، فتنعكس على القاع وتعود إلى الآلة. وقد ساهم السّونار وأجهزة إلكترونيّة أخرى في رسم خرائط لقاع المحيط الهادىء مع حلول العام ١٩٧٠.

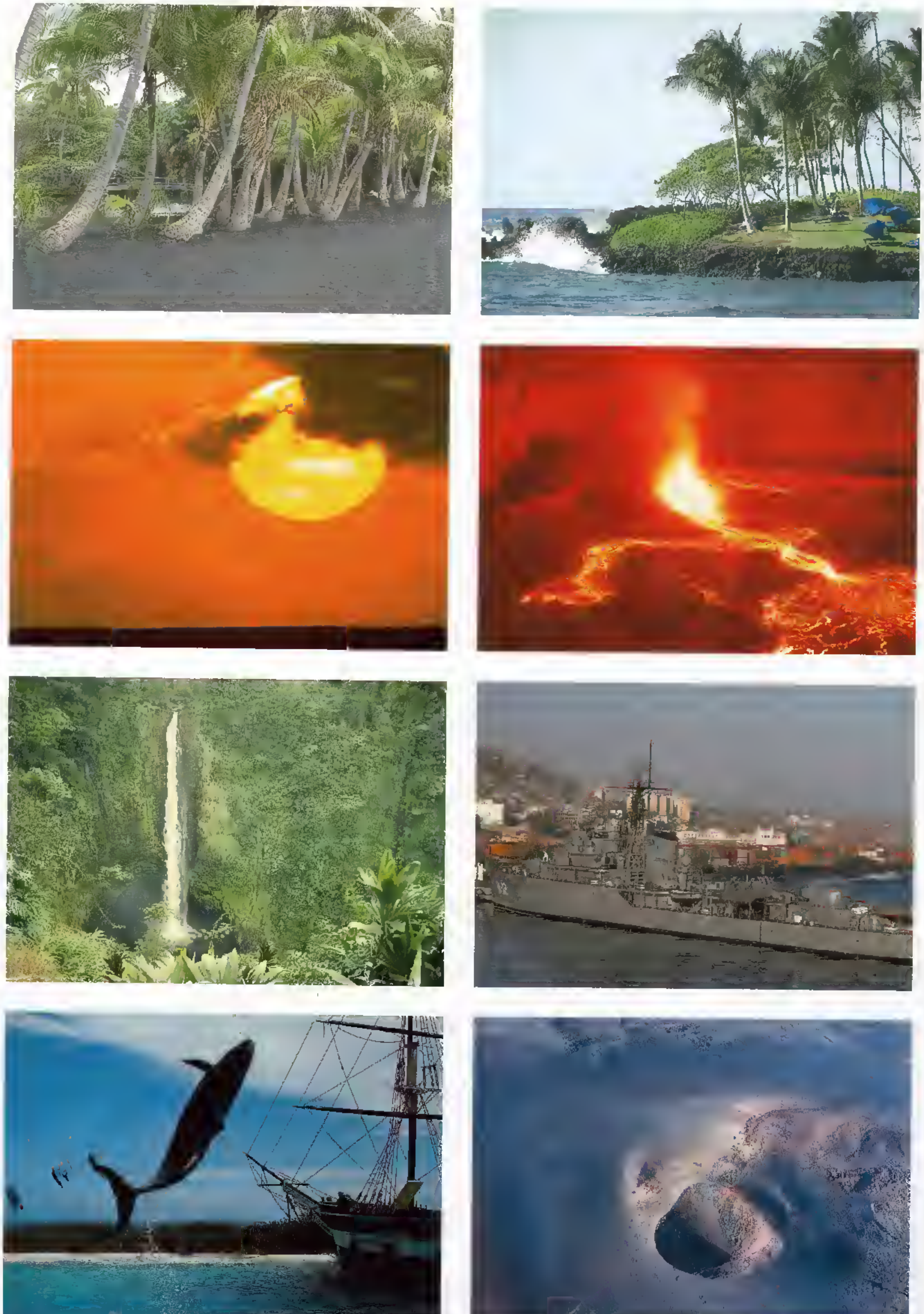
وفي العام ١٩٦٠، غطس دونالد والش من البحريّة الأميركيّة وجاك پيكار عالِمُ المحيطات البلجيكيّ، إلى عمق ١٠,٩٠٠م في خندق ماريان، على متن غوّاصةِ أعماق تسمّى «ترييست». وفي العام ١٩٧٧، اكتشف علماء على متن سفينة الأبحاث «ألفين» أوّلَ المنافذ الحارّة في صدع جالاپاجوس. وقد اكتشف العلماء لاحقاً منافذ حارّة في نتوء خوان دي فوكا أمام سواحل ولايتَي واشنطن وأوريجون الأميركيتين، وعلى مرتفع شرق المحيط الهادىء، وفي غرب المحيط الهادىء.

اوقيانيا الطبيعية



السلم: ١:١٣ ٠٠٠ ٠٠٠
صفر ٢٥٠ ٥٠٠ ٧٥٠ ١٠٠٠ ١٢٥٠ ١٥٠٠
كيلومتر


الصين
بحر الصين الشرقي
هونج كونج
حوض الفيليبين
جزر الماريان
الفيليبين
جزر الكارولين
جزر مارشال
المحيط الهادي
بحر سيليبس
اندونيسيا
بحر باندا
بحر جاوا
جزر السوندا الصغرى
بحر ارافورا
بحر تيمور
بحر كورال
ج. غينيا الجديدة
الصحراء الرملية الكبرى
جبال ماكدونل
استراليا
صحراء فكتوريا
سهل نوللربور
خليج استراليا الكبير
سيدني
ملبورن
بريزبان
تاسمانيا
بحر تاسمان
حوض تسمان
نيوزيلندا
الجزيرة الجنوبية
حوض استراليا الشرقية
المحيط الهندي



جزر هاواي في أوقيانيا.



جزيرة فيجي: **جزيرة بيتش كومبر.**



نيوزيلاندا: **بركان روابيهو.**



جزر ساموا: **مشهد للجزر.**



جزيرة ساموا: **شلال في الادغال.**



استراليا: **شجر البرتقال.**



اندونيسيا: **احدى الجزر.**



جزر كوك: **احدى الجزر الغير مسكونة.**



جزيرة تاهيتي: **الهضبة البركانية في موريا.**



استراليا: **الكنغر الرمادي.**



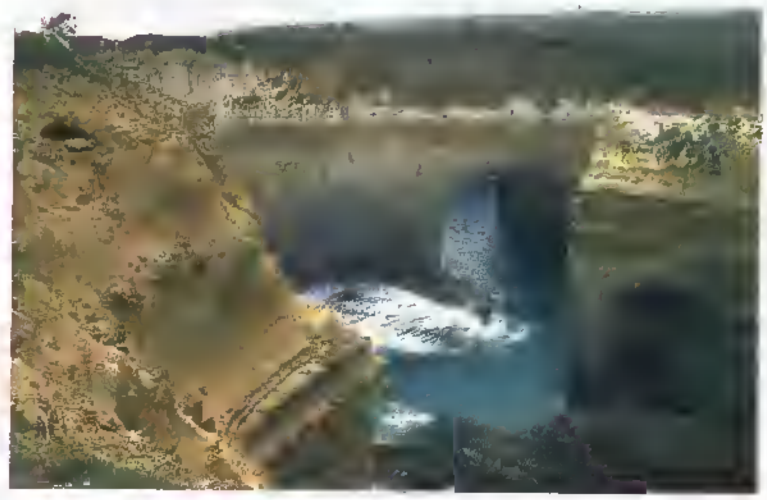
استراليا: **الشاطىء الجنوبي.**



نيوزيلاندا: **الينابيع الحارة (الجيزر) في روتوروا.**



جزر فيجي: **مغيب الشمس.**



استراليا: **محمية بورت كامبل تؤدي الى طريق المحيط.**



بولينيزيا الفرنسية: **خليج كوك.**



بولينيزيا الفرنسية: **مشهد لجزيرة هاو.**



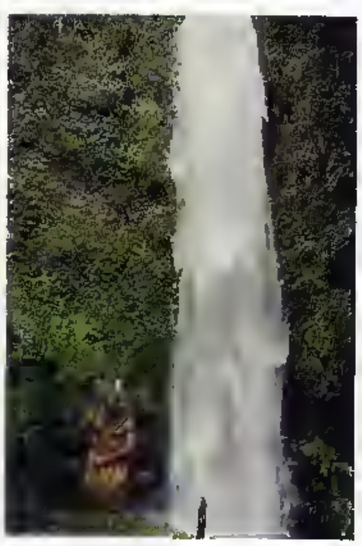
بولينيزيا الفرنسية: **الشعب المرجانية.**



غينيا الجديدة: **أحد رجال القبائل.**



استراليا: **طيور في الاحراج.**



غينيا الجديدة: **مشهد لشلال.**



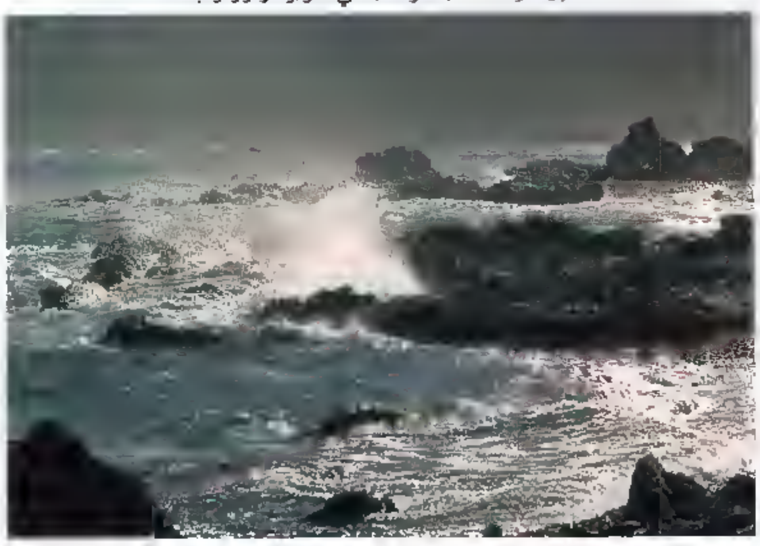
جزر كوك: **الشاطىء في جزيرة راوتونجا.**



جزر كوك: **شعب مرجانية في جزيرة راروتونجا.**



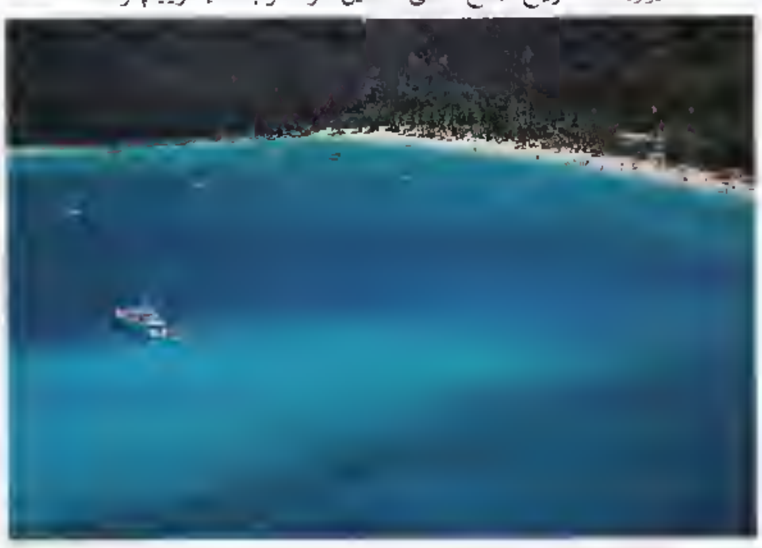
نيو زيلاندا: **الأشجار في وايتانجي.**



نيوزيلاندا: **الرياح تجتاح شاطىء مضيق كوك قرب مدينة ويلينجتون.**



جزيرة تاهيتي: **مشهد من الجزيرة.**



جزر مركيز: **مشهد لشاطىء من الجزر.**

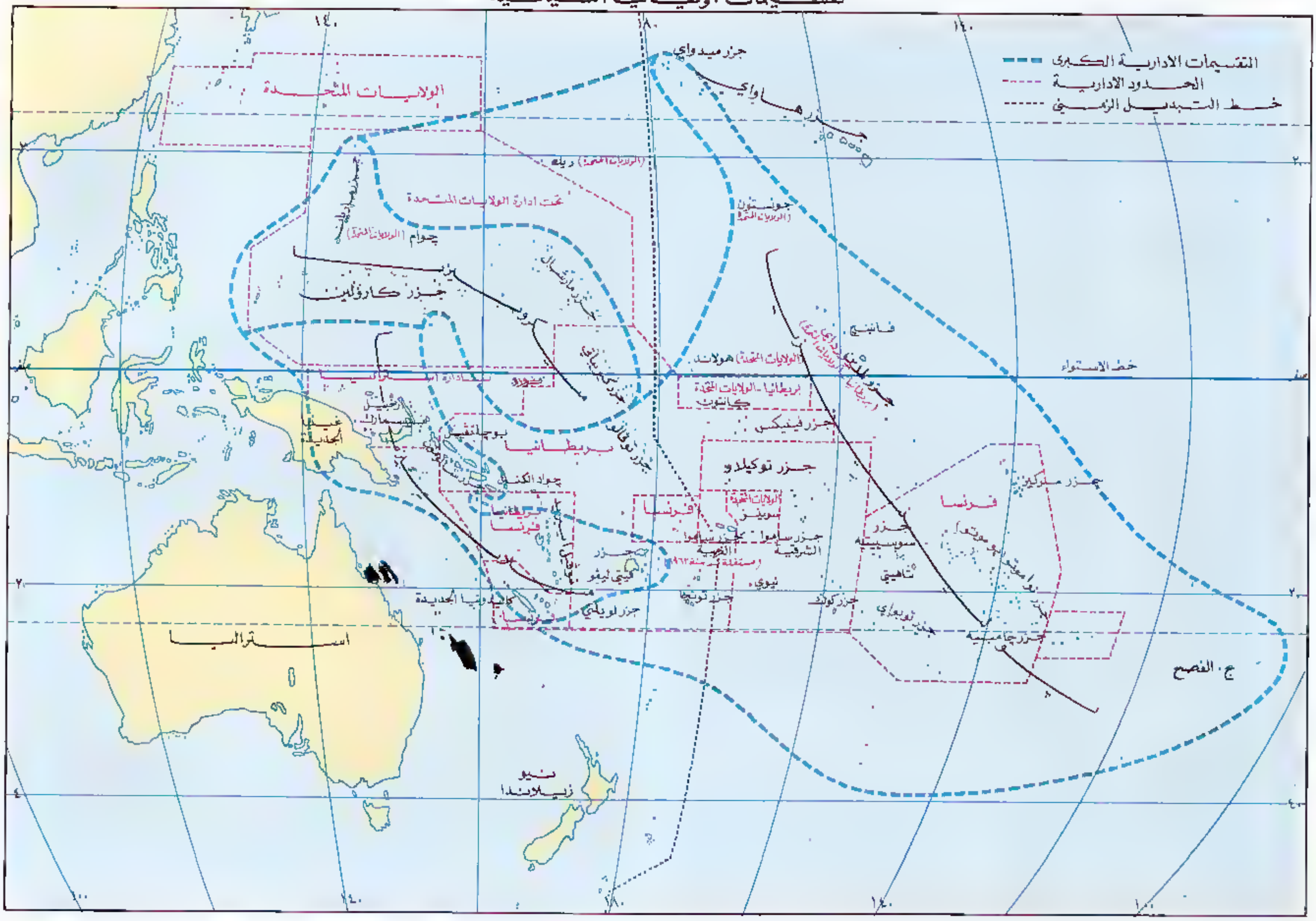


جزر هاواي: **شاطىء واكيكي في جزيرة واهو.**



جزر فيجي: احدى الأصداف الاستوائية على الشاطىء.

تقسيمات اوقيانيا السياسية



رحلات استكشاف المحيط الهادئ

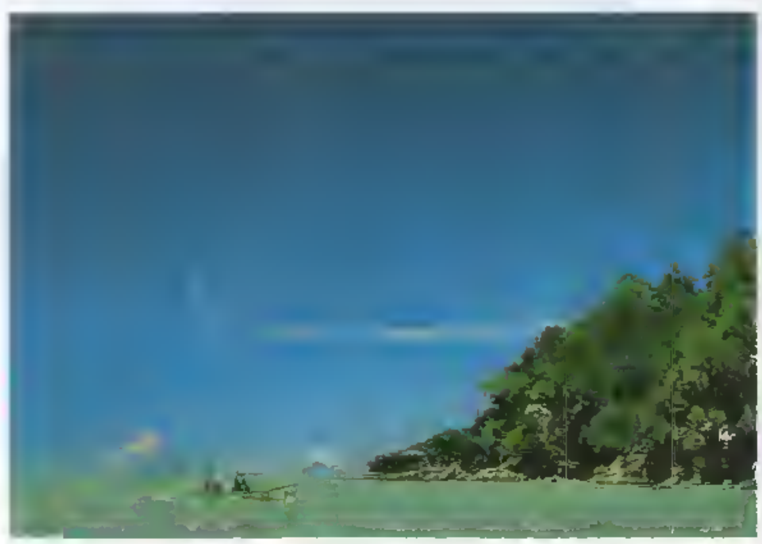




اتحاد ماليزيا: **التماسيح على شاطىء في ساراواك.**



نيوزيلاندا: **قطيع غزلان.**

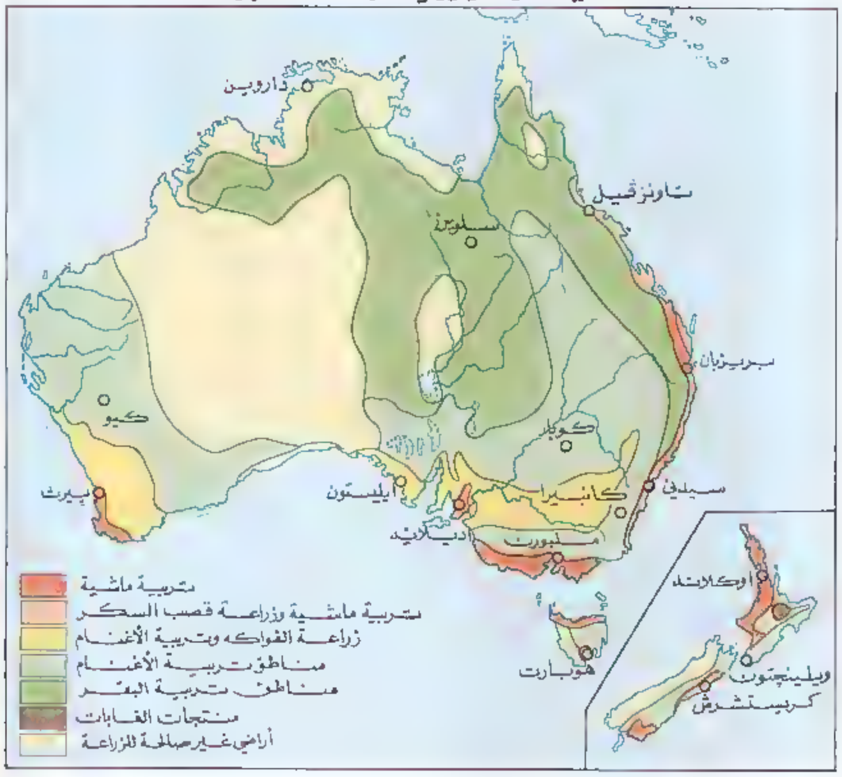


بورنيو: **مشهد للشاطىء.**

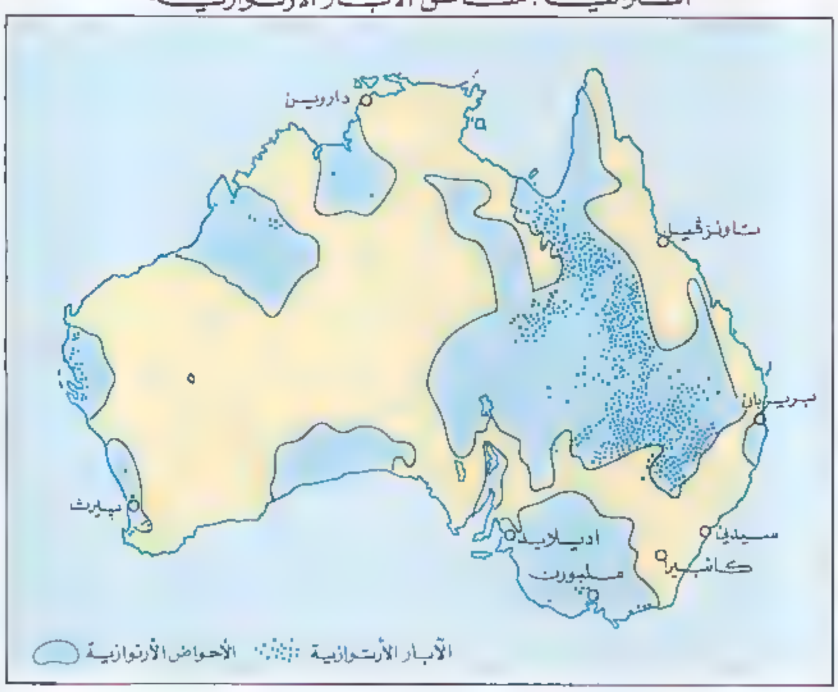


اندونيسيا: **منحدر بركاني.**

استراليا ونيوزيلاندا: الزراعة



أستراليا: مناطق الآبار الأرتوازية





هاواي: **سباق اليخوت في هونولولو.**



أستراليا: حيوان الكوالا



صورة لبعض الشعب المرجانيّة في الحاجز المرجانيّ الكبير



نيوزيلاندا: خليج دوڤوشل في الجزيرة الجنوبية.



نيوزيلاندا: تجمّع حيوان الفقمة قرب مدينة ويلينچتون.



نيوزيلاندا: قمة جبل ماتا.



نيوزيلاندا: بحيرة تاراويرا.



نيوزيلاندا: خليج ملفورد ساوند.



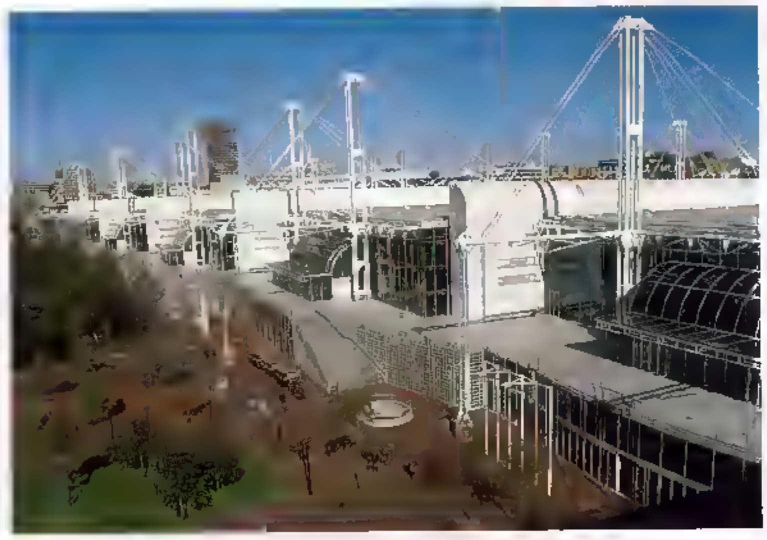
نيوزيلاندا: نهر في مدينة كوينستاون.



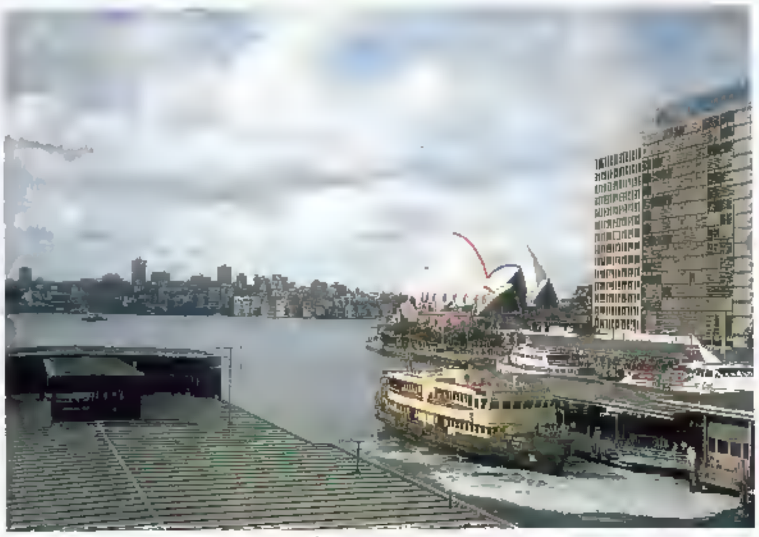
نيوزيلاندا: شاطىء بجانب رأس كيدنابرز.



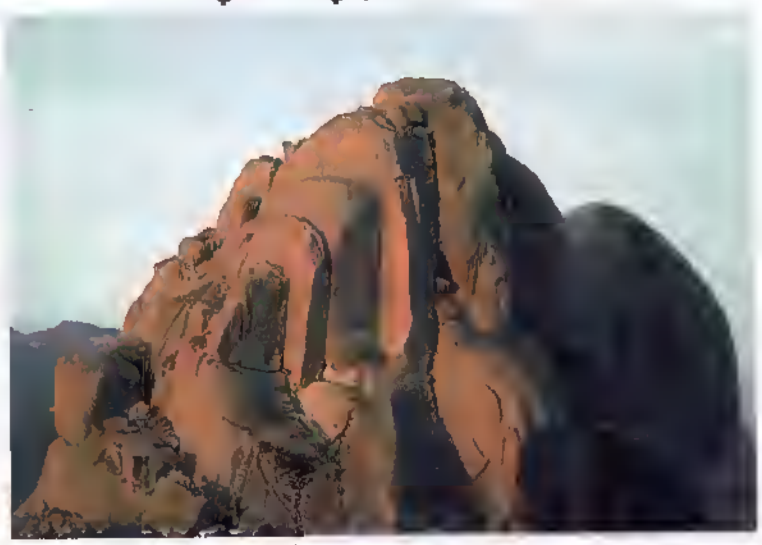
نيوزيلاندا: رأس كيدنابرز.



استراليا: مركز المعارض في مدينة سيدني.



استراليا: الحركة في مرفأ سيدني.



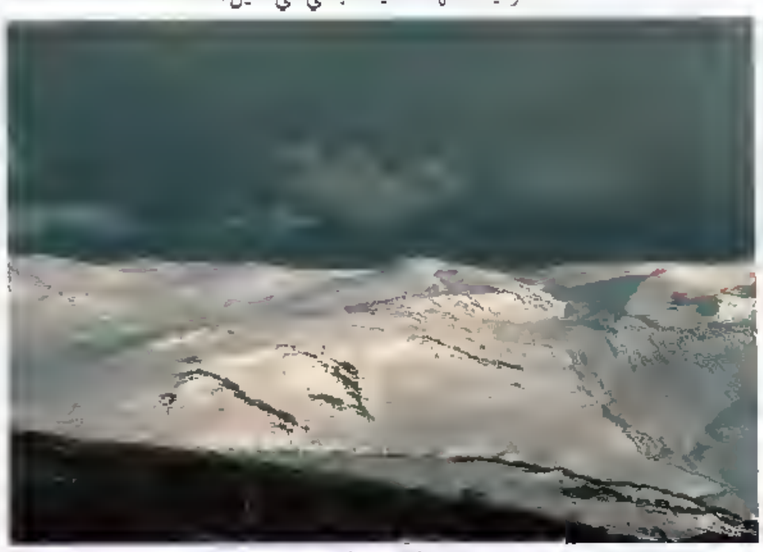
استراليا: جبل بافالو في ولاية ڤيكتوريا.



استراليا: مشهد لمدينة سيدني في الليل.



استراليا: مشهد لمناجم الفحم.



استراليا: زوبعة فوق جبال مغطاة بالثلج.

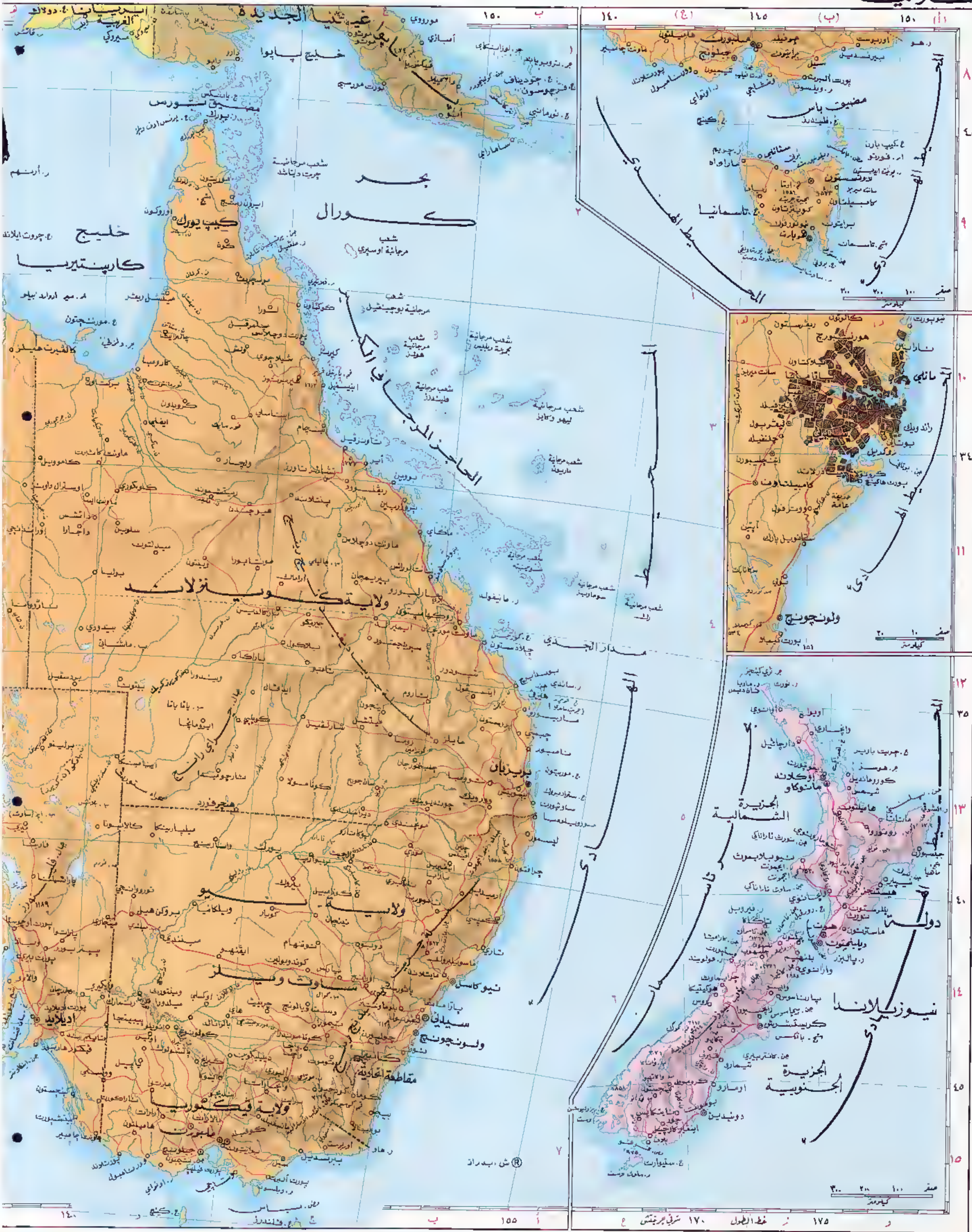


استراليا: الشاطىء في ولاية ڤيكتوريا.



استراليا: زراعة الكرمة.

استراليا



السلم ١ : ١٢ ٠٠٠ ٠٠٠

خريطة رقم ٥٨



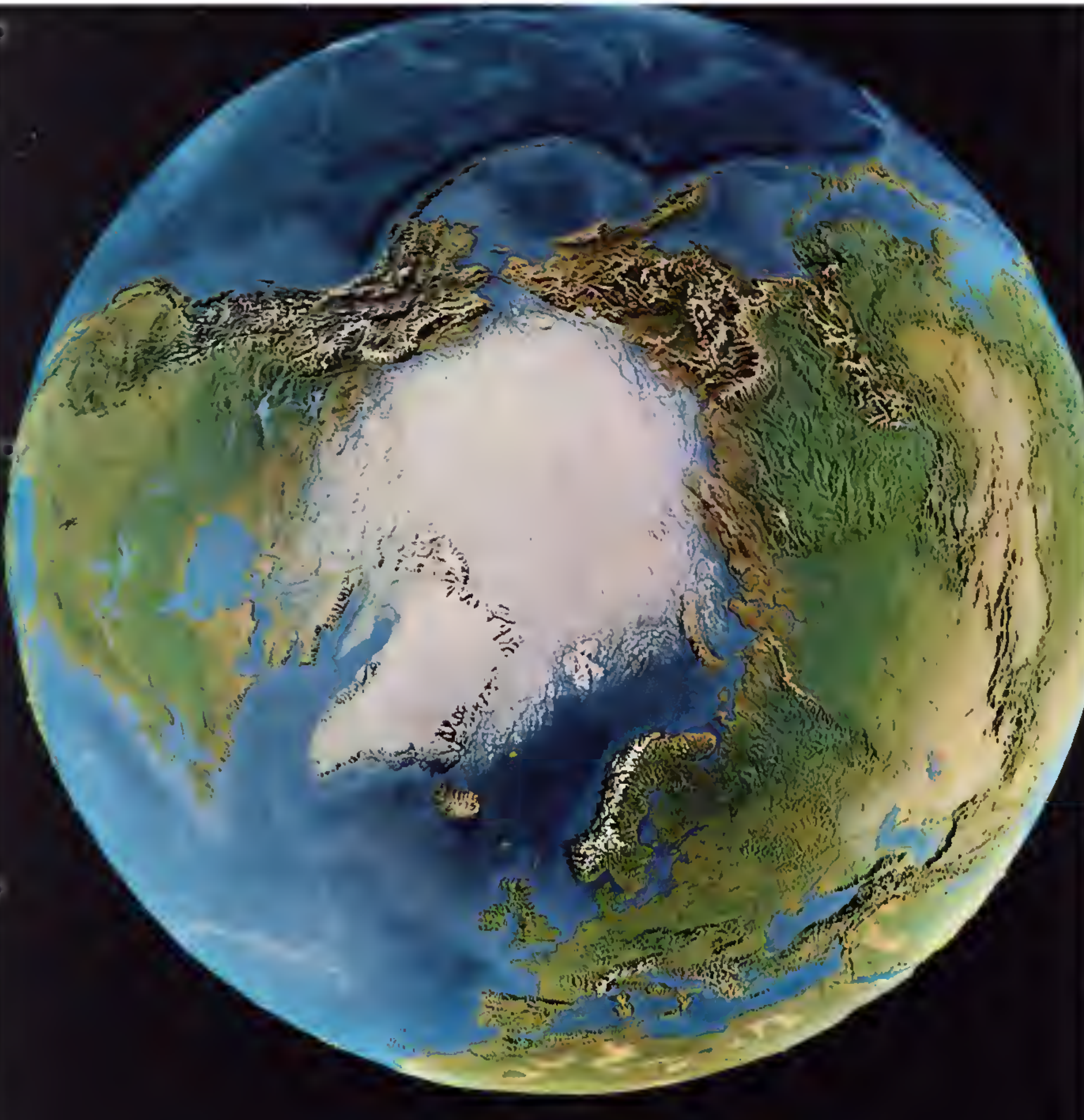
بحر ارافورا
بحر تيمور
المحيط الهندي
بحر سافو
منطقة ارض ارنهم
ولاية اقليم الشمال
الصحراء الرملية الكبرى
صحراء جيبسون
ولاية استراليا الغربية
صحراء فيكتوريا الكبرى
سهل نولاربور
خليج استراليا الكبير
ولاية استراليا الجنوبية
صحراء سيمبسون
هضبة كيمبرلي
بيرث
فريمانتل
الباني
كالغورلي
داروين
سورابايا
جاوه
بالي
سومباوا
فلوريس
تيمور
سومبا
ماكدونيل
اليس سبرينجز
المحليين
المسكان
مفردة
خط الطول
شرقي جرينتش

المناطق القطبية



الجبال الثلجيّة في المحيط المتجمد الشماليّ



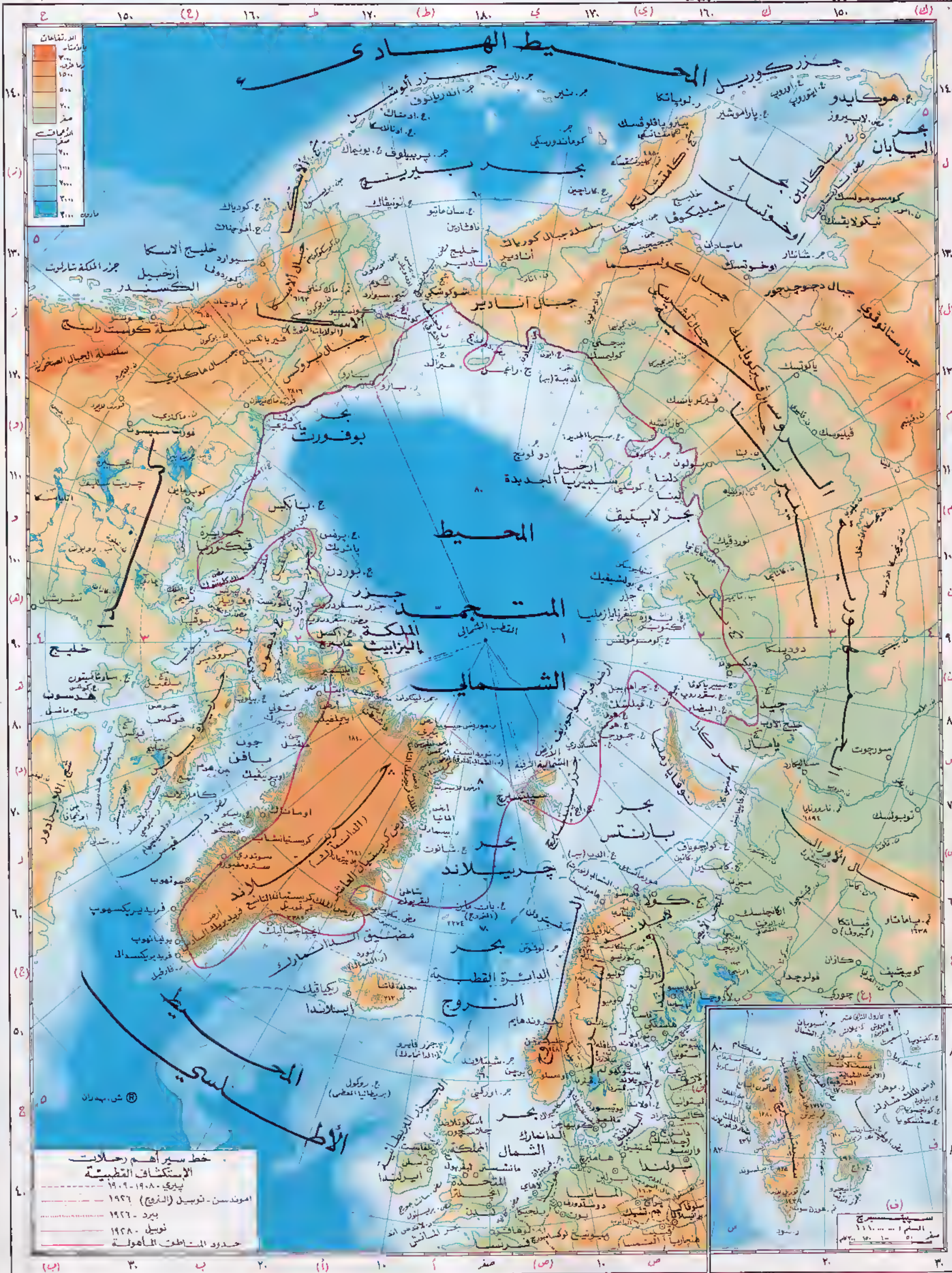


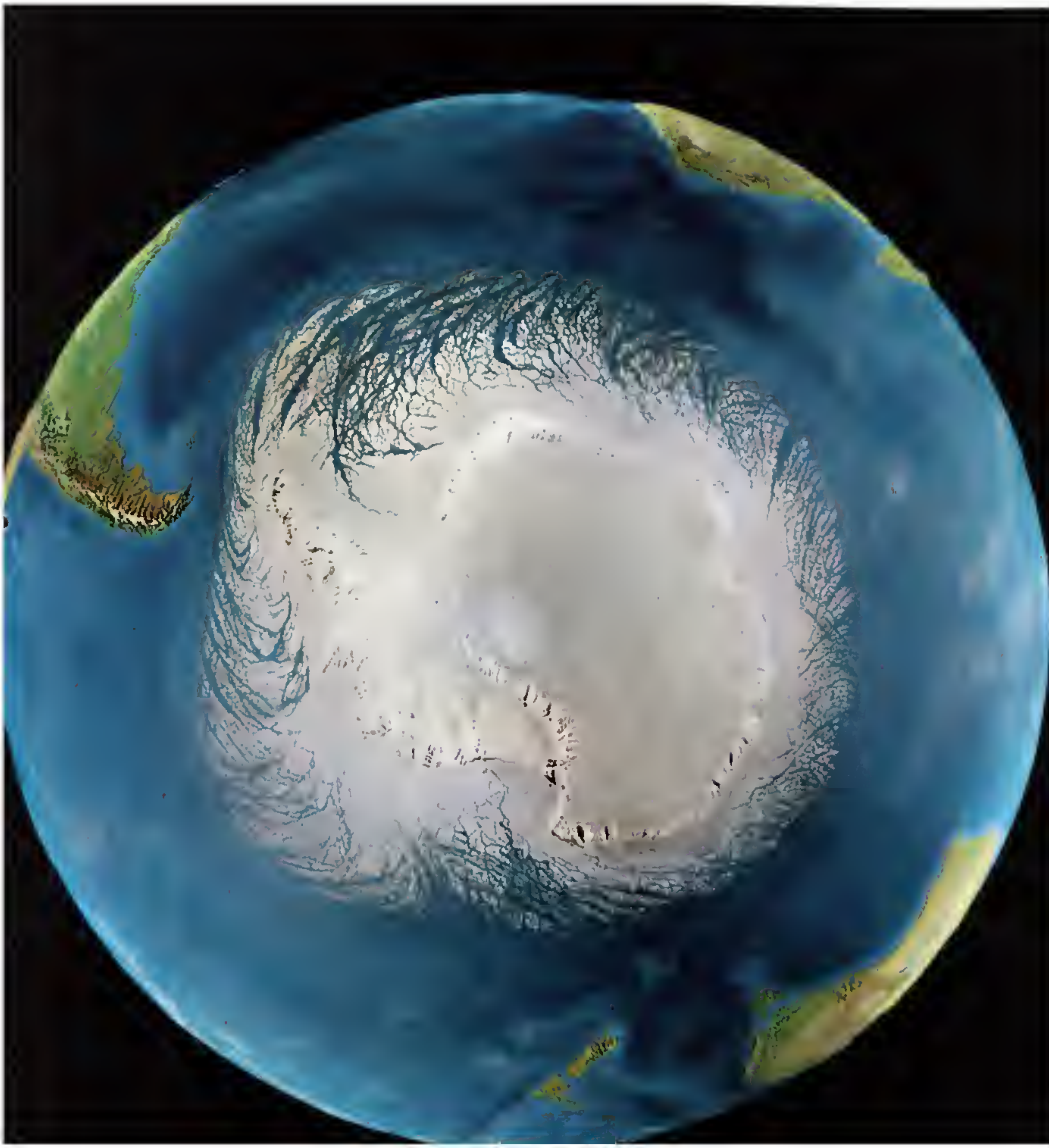
صورة الكرة الأرضية من زاوية ثلاثية الأبعاد

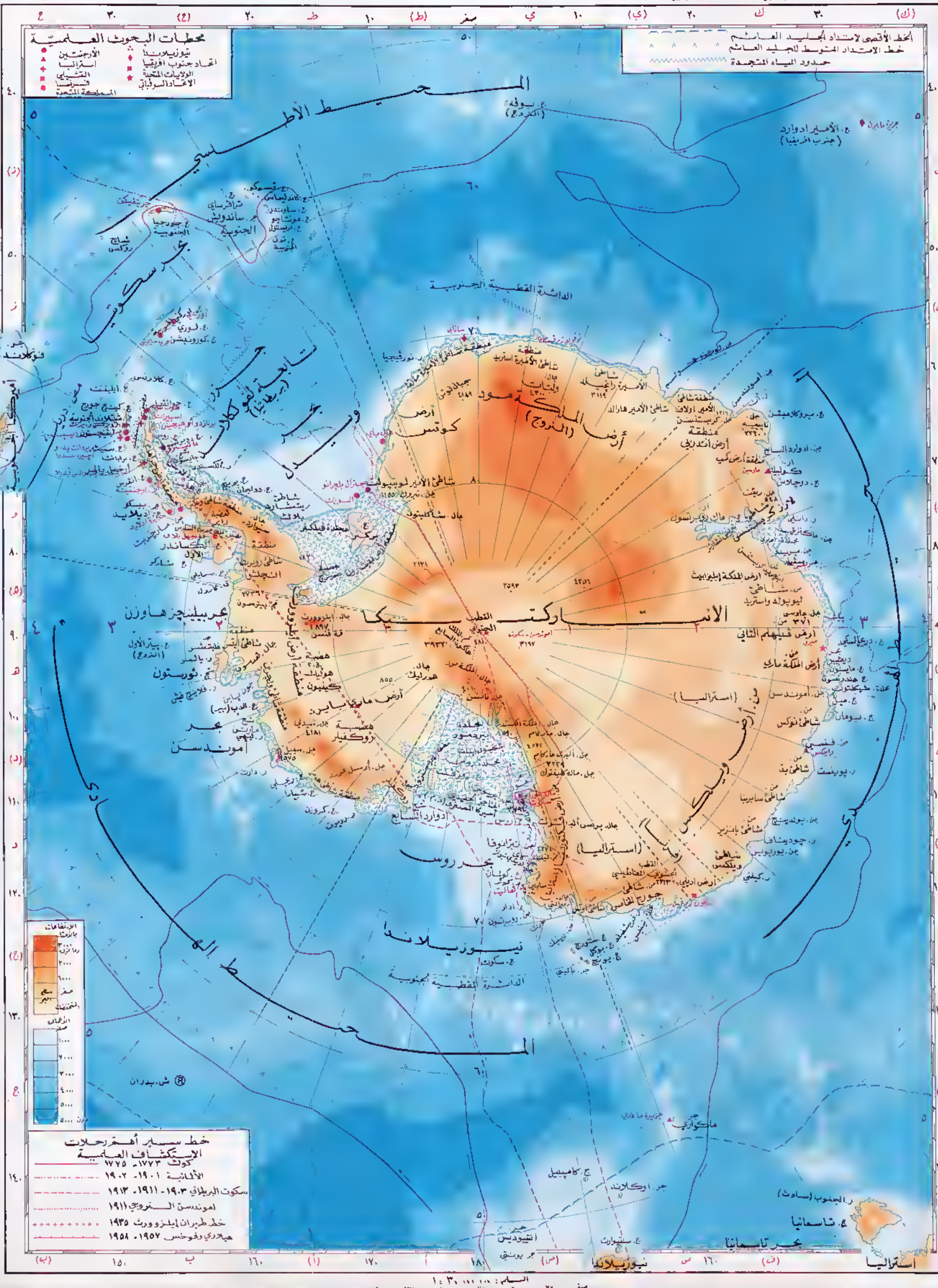
قارة القطب الشمالي (أركتيكا)

ملاحظة: لا وجود لقارة في منطقة القطب الشمالي، الجليد الدائم الموجود في القطب الشمالي هو في معظمه طبقة من مياه البحر المتجمدة التي تغطي المحيط.

المناطق القطبية الشمالية الطبيعية






محطات البحوث العلمية
الأرجنتين
استراليا
التشيلي
فرنسا
المملكة المتحدة
نيوزيلاندا
اتحاد جنوب افريقيا
الولايات المتحدة
الاتحاد السوفياتي
الخط الأقصى لامتداد الجليد العائم
خط الامتداد المتوسط للجليد العائم
حدود المياه المتجمدة
المحيط الأطلسي
بحر سكوتيا
فوكلاند
جزر تابعة لفوكلاند (بريطانيا)
بحر ويدل
أرض كوتس
أرض الملكة مود (النروج)
الدائرة القطبية الجنوبية
الأنتاركتيكا
القطب الجنوبي
أرض الملكة إليزابيث
أرض ويلكس (استراليا)
بحر بيلينجزهاوزن
بحر اموندسن
بحر روس
نيوزيلاندا
المحيط الهادي
تاسمانيا
بحر تاسمانيا
استراليا
الارتفاعات بالأمتار
الأعماق
خط سير أهم رحلات الاستكشاف العلمية
كوك ١٧٧٣ - ١٧٧٥
الألمانية ١٩٠١ - ١٩٠٢
سكوت البريطاني ١٩٠٣ - ١٩١١ - ١٩١٣
اموندسن النروجي ١٩١١
خط طيران إيلزوورث ١٩٣٥
هيلاري وفوخس ١٩٥٧ - ١٩٥٨

قارّة القطب الجنوبيّ (أنتاركتيكا)

أنتاركتيكا هي خامس أكبر قارّة بين قارّات العالم السبع، وتقع بكاملها تقريباً جنوب خطّ العرض ٦٦° ٣٠' جنوباً (دائرة القطب الجنوبيّ) وتحيط بالقطب الجنوبيّ. لأنتاركتيكا شكل دائريّ عموماً مع ذراع طويلة - شبه الجزيرة القطبيّة الجنوبيّة - تمتدّ باتّجاه أميركا الجنوبيّة، وتجويفين كبيرين هما بحرا روس وويدل وأرصفتهما الجليديّة. تبلغ مساحة القارّة الإجماليّة حوالى ١٤،٢ مليون كيلومتر مربّع في فصل الصيف. في فصل الشتاء، يتضاعف حجم القارّة بسبب الكمّيّة الكبيرة من الجليد البحريّ الذي يتكوّن حول محيطها. لا تتمثّل الحدود الحقيقيّة لقارّة القطب الجنوبيّ في الخطّ الساحليّ للقارّة، بل في «نقطة الالتقاء القطبيّة الجنوبيّة»، وهي منطقة محدّدة بدقّة تقع في الطرف الجنوبيّ للمحيط الأطلسيّ والهنديّ والهادئ، بين خطّ العرض ٤٨° جنوباً وخطّ العرض ٦٠ جنوباً. عند هذه النقطة، تمتزج المياه الباردة التي تتحرّك من انتاركتيكا باتّجاه الشمال والمياه الدافئة التي تتحرّك باتّجاه الجنوب. تعيّن نقطة الالتقاء القطبيّة الجنوبيّة اختلافاً فيزيائيّاً واضحاً في المحيطات. لهذه الأسباب، تُعتبر المياه المحيطة بقارّة القطب الجنوبيّ محيطاً بحدّ نفسه، غالباً ما يُعرف بالمحيط المتجمّد الجنوبيّ.

ليس لأنتاركتيكا سكّان أصليّون، بل يتكوّن سكّانها من العلماء والعاملين المساعدين الذين لا يبقون عادة أكثر من سنة واحدة متواصلة. إنّ أوّل شخص وُلد في أنتاركتيكا هو اميليو پالما، ابن قائد اسپرانزا الأرجنتينيّة، وذلك في ١٩٧٨/١/٧.

يغطّي الجليد أكثر من ٩٥٪ من أنتاركتيكا، التي تحتوي على حوالى ٧٠٪ من المياه العذبة في العالم. نظراً لهذا الغطاء الجليديّ السميك، أصبحت أنتاركتيكا أكثر القارّات ارتفاعاً، إذ يبلغ معدّل ارتفاعها حوالى ٢٣٠٠ متر. أعلى نقطة على القارّة هي قمّة فنسن (٤٨٩٧ متراً)؛ ويبدو أنّ أدنى نقطة هي خندق بنتلي التحتجليدي (٢٤٩٩ متراً تحت مستوى سطح البحر) في أنتاركتيكا الغربيّة. يمتدّ هذا الخندق تحت أكثر من ٣٠٠٠ متر من الجليد والثلج. قد يكون هناك نقاط أكثر انخفاضاً تحت الجليد، لكنّها لم تُكتشف بعد.

طالبت سبع دول - الأرجنتين واستراليا والتشيلي وفرنسا وبريطانيا العظمى ونيوزيلاندا والنروج - بحقّ ضمّ أجزاء من قارّة القطب الجنوبيّ. لكن، منذ عقد معاهدة قارّة القطب الجنوبيّ في العام ١٩٦١، تخلّت هذه الدول عن مطالبها لمصلحة التعاون الدوليّ في البحث العلميّ.

البيئة الطبيعيّة

تعيش أنتاركتيكا اليوم في عصر جليديّ يجعل التنمية الاقتصاديّة للأرض المغطّاة بالجليد أمراً بعيد الإحتمال. من الممكن استغلال الموارد على الرصيف القارّيّ، ولكن ليس قبل سنوات عدّة. تتناول التنمية الاقتصاديّة اليوم الحياة البحريّة في المياه المحيطة بقارّة القطب الجنوبيّ. وتشمل الحياة البحريّة الحيتان وحيواناً صغيراً شبيهاً بالقريدس يُعرف بالكريل.

التاريخ الجيولوجيّ

كانت أنتاركتيكا جزءاً مركزيّاً من القارّة الكبيرة القديمة جوندوانالاند. ومع تكسّر جوندوانالاند في أواخر الدهر الوسيط وأوائل الدهر الحديث (منذ حوالى ١٠٠ مليون سنة) لتكوين قارّات نصف الكرة الجنوبيّ، زاحت أنتاركتيكا بعيداً عن المنطقة المداريّة إلى موقعها القطبيّ الحاليّ.

المناطق الفيزيوغرافيّة

تتألّف أنتاركتيكا من منطقتين جيولوجيّتين رئيسيّتين. تقع أكبر هاتين المنطقتين، أنتاركتيكا الشرقيّة في نصف الكرة الشرقيّ في القسم الأكبر منها. وتتألّف هذه المنطقة على الأرجح من ترس قبكمبري مغطّى بآلاف الأمتار من الجليد. وقد امتدّ العصر القبكمبريّ بين ٤ مليارات و٥٧٠ مليون سنة خلت. تقع أنتاركتيكا الغربيّة في معظمها ضمن نصف الكرة الغربيّ، ويبدو أنّها تكملة لسلسلة جبال الأنديز في أميركا الجنوبيّة؛ ويعتقد الجلادتيون[1] والجيولوجيّون أنّ أنتاركتيكا الغربيّة قد تصبح أرخبيلاً اذا ما أُزيلت طبقة الجليد التي تغطّيها. تفصل الجبال الممتدّة عبر قارّة القطب الجنوبيّ بين هاتين المنطقتين، مع وجود أجزاء منها تحت الغطاء الجليديّ. ونجد ضمن هذه الجبال الكثير من الطبقات الفحميّة والبقايا المستحفرة التي تكوّنت في المناخ الاستوائيّ الذي كان سائداً في أنتاركتيكا.

في أنتاركتيكا الشرقيّة، تغطّي عموماً طبقات رسوبيّة أو بركانيّة الترس القبكمبريّ المستقرّ جيولوجيّاً. لا تُعرف البنية الجيولوجيّة لأنتاركتيكا الغربيّة بشكل جيّد، لكننا نجد بركانين ناشطين على الأقلّ في المنطقة، أعلاهما جبل إريبوس (٣٧٩٤ متراً). تُصنّف الأتربة القطبيجنوبيّة كأتربة صحراويّة قطبيّة جافّة، ويقتصر وجودها على الوديان أو الواحات الخالية من الجليد، وعلى أجزاء من شمال شبه الجزيرة القطبيجنوبيّة.

الموارد المائيّة

تتحرّك طبقة الجليد التي تغطّي أنتاركتيكا بصورة مستمرّة. تصرّف أنهار جليديّة كبيرة الجليد المتشكّل في داخليّة القارّة، و[illegible] أرصفة الجليد. تصرّف الوديان الساحليّة الجليد من بعض أجزاء البرّ الرئيسيّ إلى البحر. وتتكوّن جبال جليد كبيرة مستوية السطح مع انفصال حافّات أرصفة الجليد والمجلدات في البحر. و[illegible] الجليد أيضاً فوق مساحات شاسعة من البحر على شكل أرصفة جليديّة طافية دائمة؛ ويبلغ حجم أكبر هذه التكوينات، رصيف روس الجليديّ، حجم ولاية تكساس الأميركيّة.

سمحت عزلة أنتاركتيكا عن بقيّة العالم بحمايتها من التلوّث الصناعيّ الشائع في القارّات الأخرى، ما يجعل الثلج والجليد فيها أنقى من أي مكان آخر في العالم. يستعمل معظم مراكز البحث العلميّ مذوّبات ثلج لتسخين الجليد وتحويله إلى ماء لتأمين حاجات المركز.

المناخ

أنتاركتيكا هي أبرد قارّة على الاطلاق. في ٢١ تمّوز ١٩٨٣، سجّل العلماء في مركز ڤوستوك أدنى درجة حرارة مسجّلة على الأرض، وقد بلغت ٨٩،٢° مئويّة تحت الصفر. وتضرب القارّة أيضاً رياح قويّة؛ وقد سُجّل في داخليّة القارة هبوب رياح بسرعة ٣٢٠ كيلومتراً بالساعة. تسير هذه الرياح نزولاً فوق المنحدرات من الداخل باتّجاه الساحل وتولّد، مع درجات الحرارة المنخفضة، ظروفاً مناخيّة قاسية وخطرة.

يمكن تمييز ثلاث مناطق مناخيّة أساسيّة في أنتاركتيكا. تتّصف داخليّة القارة ببرودة متطرّفة وسقوط الثلج بشكل خفيف؛ وتتّسم المناطق الساحليّة بدرجات حرارة ألطف إلى حد ما وكمّيّات أكبر بكثير من الهواطل؛ وتتميّز شبه الجزيرة القطبيجنوبيّة بمناخ أكثر دفأ ورطوبة، مع ارتفاع درجات الحرارة في الكثير من الأحوال فوق نقطة التجمّد.

يمكن تصنيف قارّة القطب الجنوبيّ كصحراء حقيقيّة؛ في الداخل، لا يتجاوز المعدّل السنويّ لسقوط الهواطل ٥٠ مليمتراً تقريباً. لكن، غالباً ما تحدث عواصف ثلجيّة عنيفة عندما تحمل الريح الثلج المتساقط على الأرض وتنقله من مكان إلى آخر. تتلقّى المناطق الساحليّة كمّيّات أكبر من الهواطل تتجاوز ٢٠٠ مليمتر ماء في السنة. تسقط في هذه المناطق كمّيّات كبيرة من الثلوج، عندما تلتقط العواصف الزوبعيّة الرطوبة من البحار المحيطة؛ تتجمّد هذه الرطوبة، ثمّ تُلقى على شكل ثلج فوق المناطق الساحليّة. على طول شبه الجزيرة القطبيجنوبيّة، ولا سيّما الطرف الشماليّ منها، يسقط المطر والثلج على حدّ سواء.

يشهد داخل القارّة ضوءاً دائماً خلال صيف نصف الكرة الجنوبيّ، وظلاماً دائماً خلال شتاء نصف الكرة الجنوبيّ. في المناطق الساحليّة الواقعة أبعد إلى الشمال، تشعّ الشمس بشكل متواصل طوال فترات طويلة، لكنّ شروق الشمس وغروبها يحدثان في معظم ما يتبقّى من السنة.

الغطاء النباتيّ

يقتصر وجود النباتات القليلة التي تستطيع العيش في أنتاركتيكا على المناطق المحدودة الخالية من الجليد. لا تضمّ القارّة أيّ نوع من الأشجار، وتنحصر نباتاتها في حوالى ٣٥٠ نوعاً فقط، يتألّف معظمها من الحزاز والأشنّة والطحالب. تنمو مساحات خضراء غنيّة من هذه النباتات في أجزاء من شبه الجزيرة القطبيجنوبيّة، وقد اكتُشفت أنواع من الحزاز في جبال نائية على مسافة ٤٧٥ كيلومتراً من القطب الجنوبيّ. وتعيش أيضاً في شبه الجزيرة القطبيجنوبيّة ثلاثة أنواع من النباتات المزهرة.

الحياة الحيوانيّة

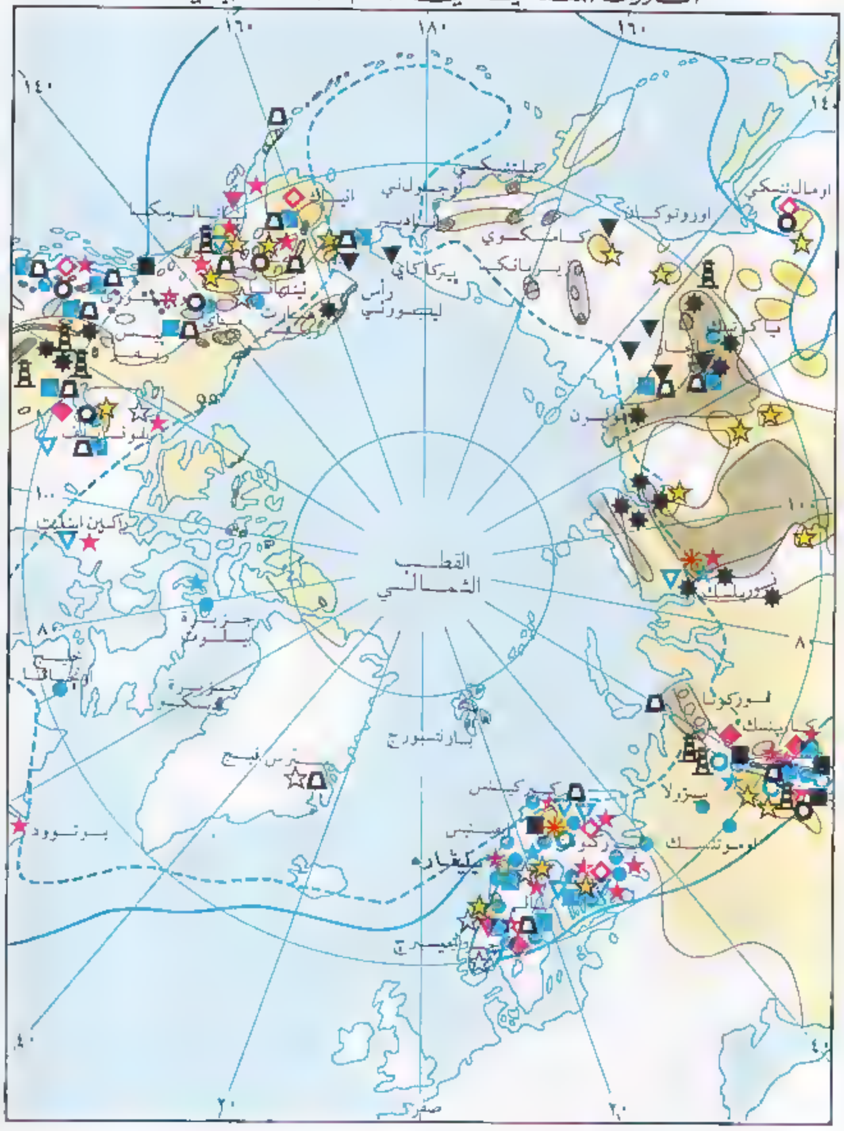
لا تسكن أنتاركتيكا أيُّ حيوانات فقاريّة تعتمد في معيشتها على موارد اليابسة. ويعيش في شبه الجزيرة القطبيجنوبيّة عدد من اللافقاريّات، خصوصاً العثّ والقُرادات، التي تستطيع تحمّل درجات الحرارة المنخفضة، لكنّها تبقى نادرة. من جهة أخرى، يزخر المحيط حول القارّة بالكائنات الحيّة. تقتات أعداد كبيرة من الحيتان بالكائنات البحريّة الوفيرة، خصوصاً بالكريل. تعيش وتتوالد في أنتاركتيكا ٦ أنواع من الفقمات (منها آكلة السرطان وفيل البحر وفهد البحر) و١٢ نوعاً من الطيور. أبرز «سكّان» قارّة القطب الجنوبيّ هو البطريق. والبطريق طائر غير قادر على الطيران، يعيش على الجليد المتكسّر الطافي في البحر وفي المياه المحيطة بقارة القطب الجنوبيّ، ويتوالد على اليابسة أو على السطوح الجليديّة على طول الساحل. ونذكر من أنواعه بطريق أديلي والامبراطور.

الموارد المعدنيّة

يُعتقد أنّ أنتاركتيكا تحتوي على كمّيّات كبيرة من الموارد المعدنيّة القيّمة. وقد وُجد الفحم بكمّيّات تسمح بالإستثمار التجاريّ، ولكن لم تُكتشف إلى الآن أيّ معادن أخرى بكمّيّات يمكن استثمارها. ويُعتقد أنّ كمّيّات كبيرة من النفط والغاز الطبيعيّ تقع في رصيف أنتاركتيكا القارّيّ.

(١) الجلادتيون: علماء طبقات الجليد.

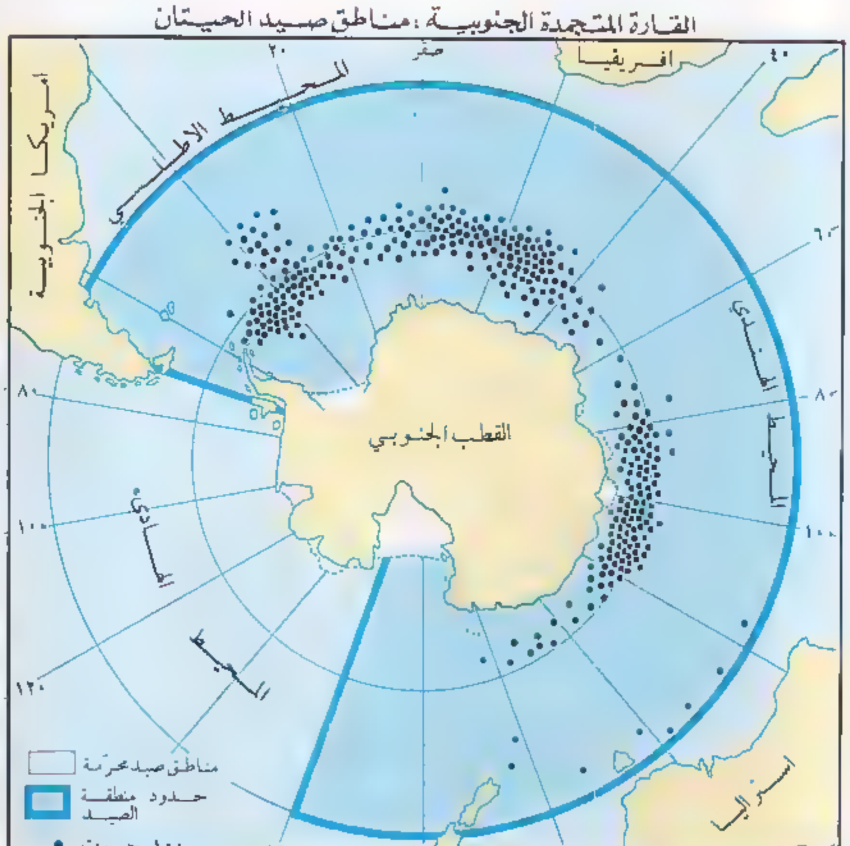
الثروات المعدنية في المنطقة القطبية



الحدود الجنوبية للمنطقة القطبية
الحدود الجنوبية للمنطقة تحت القطبية
مناجم حديد
الليغنيت
الفحم الحجري
الكروم
فناديوم
النيكل
المنغانيز
النحاس
القصدير
الكوبالت
الموليبدين
الذهب
الرصاص
التيتان
التونجستين
مناطق استخراج الذهب
الزنك
البلاتين
الفضة
البترول
احواض رسوبية
المناطق الحديثة للتنقيب عن البترول
بئر بترولية منتجة



القارة المتجمدة الجنوبية : مناطق صيد الحيتان













فهرس أسماء الدول العربية

ب

ت

ث

ج

د

م

فهرس أسماء الدول الأجنبية

آ

إ

أ

ب

ح

خ

د

ش

ق

ك

ل

ن

هـ

شرح علمي للمصطلحات الجغرافية

آب: عين، بئر، بحيرة، مياه، تركي
اباث: بلدة – تركي
اباد: مدينة – فارسي، داري، بوشتون، اوردو، هندي
ابرق: تلة – عربي
اجويلت: بئر – بربر (الصحراء الغربية)
ادرار: جبل، تلة – بربر
ادهان: كثيب – بربر
اديان: كثيب، كثبان في الصحراء – بربر
ارج: صحراء رملية، كثبان رملية – عربي
اساجي: منخفض – تركي
اسكي: قديم – تركي
أصيف: نهر – بربر
ام: عين – عربي
انو: بئر – بربر
اهلي: جبل – بربر
أهي: جبل – بربر
اوباد: بلدة – تركي
أوجويلت: بئر – بربر
اوجيلت: بئر – بربر
اورتا: الاوسط – تركي
اوستان: مركز اداري – فارسي
اوقا: سهل، ممر مائي – تركي
اويد: وادي – عربي
أوبدي: وادي، مجرى نهر يابس – عربي مالي
ايرماك: مجرى ماء – تركي
اينيدي: وادي – بربر
اينيري: وادي – بربر

باب: ممر ضيق، ممر جبلي – عربي
باثا: سهل – عربي
باتي: غربي – تركي
باطن، بطن: منخفض – عربي
بالا: عالي، الأعلى – فارسي
باير: تلة – تركي
بحري: شمالي – عربي
برج، بردج: قلعة – عربي
برزاش، برزاه: برزخ، ارض مستطيلة ضيقة، تصل بين قطعتي ارض شاسعتين، عربي، تركي
برق: تلة، حشفة – عربي
برك: بحيرة – عربي
بل: ممر جبلي – تركي
بندر: مرفأ، خليج، فارسي – عربي
بو: أب – عربي
بور: مرفأ – عربي
بورون: رأس – تركي
بوز: رأس – عربي
بوزورج: كبير، عريض – فارسي
بويوك: كبير، عريض – تركي
بياز: أبيض – تركي
بيضا: سهب، فيفاء – عربي
بيعار: بيار – عربي

تانجه: مضيق، قناة – فارسي
ترعة، ترعات: قناة للري – عربي
تلماس: بئر – عربي
تلمك: ملح، مالح – فارسي
ثمد: بئر – عربي
ثميد: بئر – عربي
تنير: هضبة رملية – بربر
تيپ: جبل – تركي
چاردانه: ممر – فارسي

چاره، چارة: تلة – عربي
جبر: بئر – عربي
جراره: وادي، منحدر – بربر
چرب: العرب – تركي
چربي: غربي – تركي
جزاير: جزر – عربي
جزور: جزر – عربي
چودار: ممر – فارسي
چوك: أزرق – تركي
چول: بحيرة صغيرة – تركي
چول: بحيرة – تركي
چونيه: جنوب – تركي
چيسيت: ممر، جبل – تركي

حارة، حارات: ارض صحراوية مشققة بسبب براكين قديمة – عربي
حاسي: بئر – عربي
حافير: بئر، خزان – عربي
حاووز: بركة – تركي
حد: حشفة – عربي
حدبة، حدبات، حضبة، حضبات: جبل، تلة، هضبة: عربي
حزم: تلة، حشفة – عربي
حماده: هضبة صخرية – عربي
حمام: نبع، مياه معدنية ساخنة – عربي
حيرات: بحيرة، بحيرة الى جانب الشاطيء – عربي

خب: تلة، كثبان، سهل، مُنخَفَضٌ – عربي
خبرة، خبرات: بئر، بركة من مياه الامطار – عربي
خر: وادي – عربي
خربة، خربات: أطلال – عربي
خرم: تلة – عربي
خشك: صغير – فارسي
خشم: جبل، تلة، قمة – عربي
خور: خليج صغير، عربي، فارسي

داج، داچلار: جبل، جبال – تركي
دايا: منخفض صحراوي صغير – عربي
درياسة: بحيرة – فارسي
داست: سهل، صحراء – فارسي
داغ: جبل – تركي
دايا: منخفض صحراوي صغير – عربي
دجبل، جبل: تلة، هضبة، مرتفع – عربي
دوحة، دوحات: خليج صغير – عربي
ده: بلدة – فارسي
دهل: مستنقع – عربي
دوچو: جنوبي – تركي
دوحة، دوحات: خليج صغير – عربي
دير: وادي – تركي

راحاد: مستنقع، بحيرة – عربي
رج: كثيب – عربي
رجل: وادي – عربي
رجم: تلة – عربي
رجوم: تلة – عربي
رملة، رملات: كثيب، تلال رملية – عربي
رميل: كثيب – عربي
رؤوس: تلة، تلة مستطيلة على شفير منبر – عربي
رياح: قناة – عربي

زرد: اصفر، ذهبي – فارسي

سات: هضبة، تلة – عربي
ساري: اصفر – تركي
سازليك: مستنقع – تركي
سبخة، سبجة، سبكره: بحيرة مالحة، مستنقع مالح – عربي
سرد: بارد – فارسي
سرير: صحراء حصباء – عربي
سوكور: منخفض – تركي
سيفتليك: مزرعة – تركي
سيل: وادي، مجرى مياه، ممر – عربي
سينوبو، سينوب: جنوبي، جنوب – تركي
سيهير: مدينة، بلدة – تركي

شاعب: منخفض – عربي
شاه: بئر، نبع – فارسي
شر: وادي – عربي
شرم: ميناء، وادي، خليج – عربي
شط: نهر، مجرى ماء، بحيرة مالحة – عربي
شعب: حشفة، وادي، بحيرة، بحر قليل العمق، عربي
شق: وادي – عربي
شور: نهر مالح – فارسي

صغرة: صحراء – عربي
صيح: وادي – عربي

ضهرة، ضهرات: جبل، تلة، تلال – عربي

طاسيلي: هضبة – بربر
طاميلات: من الطَلَل أي الماء الكدر، أو من الطميل ماء الحمأة، وهنا تعني بركة من مياه الأمطار، بئر – عربي
طرف: تلة، حفة – عربي
طوال: تلة – عربي
طور: تلة – عربي
طويل: تلة – عربي

ظهر، ظهرة، ظهرات: تلة، هضبة، جبل – عربي

عد: بئر – عربي
عرف: تلة، جبل، حشفة – عربي
عرق: كثيب – عربي
عرق: كثبان رملية – عربي
عروق: كثيب – عربي
عزب: مزارع – عربي
عزبة: مزرعة – عربي
عطمور: هضبة رملية – عربي
عقبة، عقبات: ممر، طريق صعب في اعلى الجبل – عربي
عقلات، اوفلات: بئر، عين – عربي
علم، علامات: جبل، تل، تلة صخرية – عربي
علم، علامات: جبل، تلة، ركام أحجار – عربي
عوينات: بئر – عربي
عيون: بئر – عربي

غبة، غبات: خليج صغير – عربي
غراقة، غراقات: بحيرة – عربي
غرود: تلال رملية، كثبان – عربي
غور: ارض منخفضة
غورد: كثيب، تل رمال – عربي

فاسح: كبير، عريض – عربي
فايد: وادي – عربي
فجّ: الطريق الواسع الواضح بين جبلين، أو الممر، وادي – عربي
فرع: ذراع في البحر، لسان في البحر – عربي
فوم: ممر، وادي – عربي
فيورد: مجرى ماء بين جبلين – اسكندنافي

قارة، قارات، قارت: تل، جبل، قمة، جبل قليل الارتفاع – عربي
قاط: ممر قناة – عربي
قاف: جبل، تلة، قمة – عربي
قالب: بئر، بركة من مياه الامطار
قاله: بلدة محصنة – فارسي
قرعة: قناة – عربي
قرن: تلة جبل، قمة – عربي
قصبة: حصن – عربي
قلبان: بئر – عربي
قلت: بئر – عربي
قناطر: سد – عربي
قوز: تلة رملية، كثيب – عربي

كازا: فضاء – تركي
كاڤير: مستنقع مالح – فارسي
كال: مجرى ماء – فارسي
كرميزي: احمر – تركي
كف: جبل، تلة، قمة – عربي
كوبرو: جسر – تركي
كورفيز: خليج – تركي
كوه: جبل، تلة، مرتفع، قمة – فارسي
كوي: خليج – تركي
كيزل: احمر – تركي
كيل: حصن – تركي

لوا: وحدة إدارية – عربي

مجاز: ممر – عربي
مرج: الارض الواسعة فيها نبت كثير – عربي
مرسى: محل رسوّ السفن – عربي
مرقب: تلة، كثيب – عربي
مشاش: بئر – عربي
مصرف: قناة تصريف المياه من ارض رطبة – عربي
معن: بئر، أبيار – عربي
ملاحة، ملحات: مجرى ماء صالح – عربي
مملحة: مجرى ماء مالح – عربي
ميدان: ساحة، سهل – عربي، فارسي، تركي

نامكزار: مجرى ماء مالح، بحيرة مالحة – فا
نصب، نصبة، نصبب: تل، جبل – عربي
نفود: منطقة رمال، تلال رملية، صحراء، رملية – عربي
نقب: ممر بين الجبال – عربي
نمجازيره: شبه جزيرة – فارسي
نمك: مالح، ملح – فارسي
نُهير: مجرى ماء – تركي

هاليس: خليج – تركي
هور: بحيرة مالحة، مصب نهري منخفض –
هويوك: جبل، تلة – عربي
هيزار: حصن – تركي – فارسي

يايلا، يايلاسي: هضبة – تركي
يريمادا: شبه جزيرة – تركي
يسيل: أخضر – تركي
يوكاري: عالي، الأعلى – تركي
يول: طريق – تركي